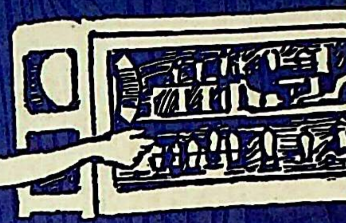
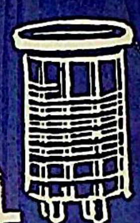






प्रारणयंत्र
अथवा
रेडिओ
आणि
दूरदर्शनयंत्र
अथवा
...व्हिजन्



किं. १॥ रु.






लेखक
वि. चि. रानडे

D.S.NAIK



मारणयंत्र अथवा रेडिओ

दूरदर्शन (टेलिव्हिजन) संबंधींच्या माहितीसह

लेखक

श्री. विनायक विष्णु रानडे, बी.ए., एल्एल्.बी.



सन १९३९] [किंमत रु. १-८-०

मुद्रक—
पानें १-११२—श्री. गणेश जिवाजी करमरकर,
रामेश्वर प्रिंटिंग आणि लिथो प्रेस,
१५१-१५२ रविवार पेठ, पुणें २
इतर भाग—श्री. सदाशिव रामचंद्र सरदेसाई, बी.ए., एल्एल्.बी.,
नवीन समर्थ विद्यालयाचा 'समर्थ भारत छापखाना',
४१ बुधवार, जोगेश्वरी बोळ, पुणें २

प्रकाशक—
श्री. विनायक विष्णु रानडे,
बी.ए., एल्एल्.बी.,
१०१ शुक्रवार पेठ, पुणें २

माझे परमपूज्य पितृव्य

कै. विश्वनाथ बळवंत रानडे

(जन्म १८६० : मृत्यु १८८३)

माजी विद्यार्थी, डेक्कन कॉलेज
(सेकंड बी. ए. वर्ग)

ज्यांच्या प्रेरणेनें व सहवासामुळें मला माझ्या
अल्पवयांतच भौतिक शास्त्रांविषयींची
आवड व जिज्ञासा उत्पन्न झाली
त्यांच्या स्मृतीस ही माझी
अल्पसेवा या ग्रंथरूपानें
अर्पण करीत आहें.

—ग्रंथकर्ता

प्रस्तावना

अलीकडे लहानमोठ्या शहरीं व कांहीं खेडेगांवीं सुद्धां रेडिओ हें एक लोकांचें मोठें करमणुकीचें साधन होऊन बसलें आहे. अशा वेळीं पुष्कळांना रेडिओचें कार्य कसें होतें हें जाणण्याची इच्छा असणें साहजिक आहे. या विषयावर अनेक आंग्ल ग्रंथकारांनीं ग्रंथ लिहिलेले आहेत. त्यांपैकीं नोल्टन, स्टॅनले, पामर, प्रिमरोज, ग्रीनवुड, डिकिन्सन, रेनर, फ्लेमिंग इत्यादि ग्रंथकारांचे ग्रंथ वाचून मी विद्यार्थी या नात्यानें या विषयासंबंधींची माहिती करून घेण्याचा प्रयत्न केला व त्यासंबंधीं कांहीं टिपणें केलीं व कांहीं शंकास्थानांबद्दल तज्ज्ञांशीं ऊहापोहहि केला. अशा प्रकारची माहिती मिळाल्यावर निरनिराळ्या शहरीं तीनचार वेळां हा विषय सुशिक्षित लोकांच्यापुढें व्याख्यानरूपानें मांडण्याचाहि योग आला. पुस्तकरूपानें या विषयाची माहिती लोकांपुढें आल्यास लहानथोर वाचकांना त्याचा बराच उपयोग होईल असें कांहीं स्नेह्यांनीं सुचविल्यावर हें पुस्तक लिहिण्यास सुरुवात केली व १९३५ सालअखेर त्याचा निम्माअधिक भाग छापलाहि गेला. याच सुमारास घिरार्डी या अमेरिकन ग्रंथकाराचें पुस्तक वाचण्यांत आलें. हा विषय मांडण्याची त्याची धाटणी फारच उत्तम वाटली. परंतु तशासारखा विस्तृत ग्रंथ मराठींत लिहिणें सद्यःस्थितींत तरी दुरापास्त असल्यामुळें हा विषय संक्षेपरूपानें पण सोप्या तऱ्हेनें समजावून देण्याचा या पुस्तकांत प्रयत्न केला आहे.

रेडिओसारखा विषय पारिभाषिक शब्दांच्या अडचणीमुळें मातृभाषेंत लिहिणें जरी कठिण असलें तरी विषय समजावून देण्याच्या दृष्टीनें मातृभाषेचा उपयोग केला असतां लहानथोर वाचकांची समजूत करून देणें सोपें जातें. पारिभाषिक शब्दांचा उपयोग करतांना

कोणकोणत्या अर्थानें ते योजिले आहेत, याचीं विस्तृत व निरनिराळीं उदाहरणें देऊन सांगणें अवश्य आहे व तसें आम्हीं ठिकठिकाणीं केलें आहे. तसेंच नवीन कल्पना मांडतांनाहि उदाहरणें देऊन व सोपी भाषा वापरून त्या समजावून देण्याचा प्रयत्न केला आहे.

या पुस्तकाचा बराचसा भाग विद्युत्-शक्ति व चुंबक-शक्ति यांच्या मूळ तत्त्वांच्या माहितीनें व्यापिलेला आहे. मुख्य विषय जो रेडिओ त्यासंबंधीं माहिती फार खोलांत न शिरतां सामान्य वाचकांना सहज समजेल अशा सोप्या तऱ्हेनें दिली आहे व त्याबरोबरच इतर बऱ्याच गोष्टींची माहिती वाचकांस सहज ओघानें समजून द्यावी लागली आहे.

रेडिओ हा विषय असा आहे कीं, त्यांतील कांहीं प्रत्यक्ष घडून येणाऱ्या गोष्टींविषयींहि शास्त्रज्ञांचें एकमत झालें आहे असें नाहीं. म्हणून कांहीं गोष्टींविषयीं हें असें कां होतें याचें खुलासेवार उत्तर न देतां अमुक गोष्ट केली असतां अमुक गोष्ट होते एवढीच माहिती देऊन भागवावें लागलें आहे.

या पुस्तकांतील भाषेच्या संबंधांत एवढेंच सांगावयाचें कीं, कित्येक ठिकाणीं पारिभाषिक शब्दांची योजना करितांना बरेंच अडल्यासारखें झालें; तरीपण व्युत्पत्तिशास्त्राकडे फारसें लक्ष न देतां सोपे शब्द रूढ करण्याचा प्रयत्न केला आहे. कांहीं शब्द शब्द-कोशसमितीनें प्रसिद्ध केलेल्या पारिभाषिक शब्दकोशांतून घेतले आहेत. मापाचा मूलभूत एकक म्हणजे युनिट दर्शविणारे असे बरेच शब्द प्रसिद्ध शास्त्रज्ञांचीं नांवेंच आहेत व ते युरोपांतील प्रत्येक देशांत रूढ झाले आहेत. ते शब्द जसेच्या तसेच येथें घेतले आहेत; तसेंच एक अर्थच दाखविणारे निरनिराळे शब्द व पूर्ण अर्थ दाखविणाऱ्या शब्दसमूहांऐवजीं संक्षेपरूपी शब्द आम्हीं वापरले

आहेत. या सर्व शब्दांच्या अर्थाचा खुलासा जेथल्या तेथें केला असून, शेवटीं वर्णानुक्रमें लिहिलेल्या कोशवजा सूचीपत्रांत तत्संबंधीं विस्तारानें विवेचन केलें आहे.

हा विषय समजणारे तज्ज्ञ हिंदुस्थानांत फार थोडे आहेत. तेव्हां अर्थातच वर नमूद केलेल्या ग्रंथकारांवरच बहुशः विसंबणें भाग पडलें. तथापि कांहीं तज्ज्ञ व सुज्ञ मित्रांस हें पुस्तक दाखविलें असून त्यांच्या सूचनांचाहि योग्य उपयोग केला आहे. ज्या ज्या ग्रंथांवरून व लेखांवरून ही माहिती दिली आहे त्या त्या ग्रंथकारांचे व लेखकांचे आम्ही अत्यंत ऋणी आहोंत. या पुस्तकाच्या पहिल्या निम्मे अधिक भागांत उपयोगांत आणिलेल्या आकृति, चित्रें, नकाशे इत्यादिकांचे ठसे करण्याकरितां लागणारीं रेखाचित्रें श्री. ज. म. गोखले, बी.ए., चित्रकार, श्री. म. ग. खिरे, बी. ए. व पुढील बहुतेक श्री. दि. अ. नाईक यांनीं उत्तम प्रकारें काढून दिलीं आहेत. त्याचप्रमाणें ग्रंथसंपादनाचे कामीं ज्या ज्या मित्रमंडळींनीं प्रेमपुरःसर अनेक तऱ्हेनें साहाय्य केलें त्यांचेहि आम्ही आभारी आहों.

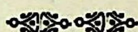
हा ग्रंथ संपादण्याचे कामीं छापण्याचे सुरुवातीनंतर बराच काळ व्यतीत झाल्यानें व तो दोन निरनिराळ्या छापखान्यांत छापिला गेल्यानें त्यांत कांहींसा विस्कळीतपणा आलेला आहे व बरींच अशुद्धें राहिलीं आहेत. त्यांची दुरुस्ती शुद्धिपत्रिकेवरून करून घेऊन ग्रंथ वाचावा अशी विनंति आहे. तसेंच सुज्ञ वाचकांकडून ग्रंथांतील क्लिष्टतेविषयीं अगर तो जास्त उपयुक्त करण्यासबंधीं जर कांहीं सूचना येतील तर त्यांचा दुसऱ्या आवृत्तीचे वेळीं अवश्य विचार करण्यांत येईल.

पुणें,
ता. १ ऑगस्ट १९३९ }

वि. वि. रानडे

अनुक्रमणिका

प्रारणयंत्र अथवा रेडिओ.



१. उपोद्घात.

कोणतीही नवीन गोष्ट पाहिली तर ती समजून घेण्याची जिज्ञासा स्वभावतः प्रत्येक मनुष्यास असते. तसें नसेल तर तो मनुष्यच नव्हे. अशा जिज्ञासेमुळेंच लहान मुलें जी जी गोष्ट नवीन पाहतात ती तो काय आहे व कशी आहे वगैरे प्रश्नांवर प्रश्न करून वडील माणसांना भंडावून सोडितात. अशा प्रश्नांना समाधानकारक उत्तरें देण्याचें सामर्थ्य थोड्यांनाच असतें, व जरी त्यांस तसें ज्ञान व सामर्थ्य असलें तरी क्वचितच ते त्यांचा योग्य उपयोग करून त्या लहान मुलांचें समाधान करितात. हें लहान मुलांच्या जिज्ञासेविषयीं झालें; परंतु मोठ्या मनुष्यांस जरी अशी जिज्ञासा उत्पन्न झाली तरी ती तृप्त करून घेणें हें सोपें नसतें, कारण त्या त्या शास्त्राचें चांगलें ज्ञान असणारे लोक थोडे आढळतात; म्हणून पूर्ण तऱ्हेनें आपलें समाधान होईल, असें ज्ञान मिळविणें हें ज्याचें त्यासच करावें लागतें. निरनिराळ्या मनुष्यांचें समाधान निरनिराळ्या प्रकारें होऊं शकतें. उदाहरणार्थ, आगगाडी कशानें चालते ? या प्रश्नाचें उत्तर निरनिराळ्या मनुष्यांस निरनिराळ्या तऱ्हांनीं देऊन समाधान करितां येतें. आगगाडी वाफेच्या जोरावर चालते, अगर कोळसा व पाणी यांच्या

योगानें चालते वगैरे अगदीं ढोबळ उत्तरांनींही कांहींचें समाधान होतें, पण कांहींचें त्यासंबंधीं पुरी माहिती मिळविल्याखेरीज समाधान होत नाहीं. तसाच प्रकार आपण ज्या 'प्रारण' यंत्राविषयीं विचार करणार आहों त्याबद्दल आहे.

एकोणिसाव्या शतकाच्या शेवटीं शेवटीं ह्या विसाव्या शतकाच्या आरंभाबरोबर भौतिक शास्त्रांतील जे अनेक नवीन शोध लागले त्यांच्या योगानें सृष्टींतील पदार्थांचें यथार्थ ज्ञान करून घेण्याचीं साधनेंही अमर्याद वाढलीं आहेत, व अशा साधनांचा उपयोग करून घेऊन मानवी प्राण्यांचें इन्द्रियसामर्थ्य दिवसेंदिवस वृद्धि पावतच आहे. तसेंच ह्या भौतिक सृष्टींतील लहानांत लहान व मोठ्यांत मोठ्या अशा प्रत्येक वस्तूचे गुणधर्म व तींत वावरणाऱ्या सर्व प्रकारच्या शक्तींचें खरें स्वरूप व त्यांचे परस्परांशीं संबंध कळून येत आहेत; व ह्या ज्ञानाचा उपयोग करून घेऊन जेणेंकरून मानवी जीवित अधिक सुखमय, निरामय व आनंदमय होईल अशी नवीं नवीं साधनें उपलब्ध होत आहेत. अशाच नव्या शोधांपैकीं प्रारणयंत्र (Radio) हा शोध होय.

चक्षुरिंद्रियाच्या मदतीस दुर्बीण घेऊन तिच्या योगानें हजारों मैलांवरील तारे व ग्रह यांना आपण आपल्या नजरेसमोर आणून पाहूं शकतों; व सूक्ष्मदर्शक यंत्राच्या योगानें अति सूक्ष्म पदार्थ शेंकडों पटीनें मोठे दिसावयास लावून, त्यांचें विशिष्ट ज्ञान आपणांस करून घेतां येतें. त्याचप्रमाणें प्रारणयंत्राच्या (Radio) योगानें पृथ्वीवरील हजारों मैलांवरच्या कोठल्याही स्थळीं उत्पन्न

झालेला आवाज—मग तो कितीही सूक्ष्म असो—दिक्कालांची मर्यादा न ठेवितां आपल्या श्रोत्रेंद्रियाच्या कक्षेंत येऊन आपणांस ऐकात्र-यास येतो, इतकेंच नव्हे, तर तो आवाज कोणाचा आहे हेंहि आपणांस ओळखतां येतें. अशाच प्रकारचा पण त्याच्या पुष्कळ आधीं निघालेला 'टेलिफोन' म्हणजे 'दूरध्वनिक' यंत्राचा शोध होय. त्याच्या योगानेंही कित्येक मैल अंतरावर असणाऱ्या मनुष्याचें बोलणें आपणांस ऐकूं येणें शक्य झालें आहे.

या 'दूरध्वनिक' यंत्राच्या अगोदरचा शोध 'तारायंत्र' हा होय. तारायंत्रांत व दूरध्वनिक यंत्रांत दोन्ही स्थळें तारांनीं जोडावीं लागतात; व त्यांतून विजेच्या प्रवाहास वाहावयास लावून इष्ट कार्यें करून घ्यावीं लागतात. त्या दोन स्थळांपैकीं एकाला 'प्रेषण स्थळ' (Transmitting Station) व दुसऱ्याला 'ग्रहण स्थळ' (Receiving Station) म्हणतात. अशा दोन्ही स्थळांमध्यें विशिष्ट यंत्रांची जरुरी लागते, व तीं तारेनें जोडलेलीं असावीं लागतात. तारायंत्राच्या योगानें दूर अंतरावर संज्ञा अगर आवाज उत्पन्न करून, त्यांच्या संकेतानें संदेश पोंचविला जातो; व दूर-ध्वनिकानें (टेलिफोननें) प्रत्यक्ष शब्द वाटेल तितक्या अंतरावर उमटावयास लावून तो ऐकविण्यांत येतो.

परंतु ह्या शोधांचे पुढील शोध म्हणजे 'बिनतारी' यंत्र (Wireless) व 'प्रारण' यंत्र (Radio) हे होत. या दोहोंत विद्युत्प्रवाह (Electric Current) व विद्युत्शक्ति ह्यांच्या योगानें वैजिककर्षक तरंग (Electromagnetic waves) उत्पन्न करून त्यांच्या

साहाय्यानें तारांच्या जोडणीशिवाय एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं संदेश व आवाज पाठवितां येतात. ज्यास आपण तारायंत्र (Telegraph) म्हणतों त्याचा उपयोग आज जवळ जवळ एका शतकापूर्वींपासून केला जात आहे; व दूरध्वनिक यंत्राचा उपयोग गेल्या ५०-५५ वर्षांपासून होत आहे. तसेंच 'बिनतारी' संदेशयंत्र निघाल्यास ४०-४२ वर्षें झालीं. या यंत्राचा उपयोग गेल्या महायुद्धाच्या वेळीं पुष्कळ झाला. अशा यंत्राच्या योगानें संज्ञा-दर्शक आवाज उत्पन्न करून सांकेतिक संदेश पोंचविले जात; परंतु मनुष्याचा आवाज, गायन, वादन, भाषण वगैरे वाटेल त्या अंतरावरून जसेंच्या तसें ऐकूं येईल असें साधन 'प्रारण' यंत्राचा (Radio) शोध लागल्यावरच म्हणजे गेल्या १०-१५ वर्षांपासून उपलब्ध झालें; व बिनतारी यंत्राची सुधारणा घडवून आणण्याच्या कामीं तज्ज्ञ व चिकित्सक लोकांनीं वेळोवेळीं जे अनेक प्रयोग करून पाहिले त्यामुळेंच हा शोध लागला असें म्हणावें लागतें.

'प्रारण' यंत्राबद्दलची सविस्तर माहिती मिळविण्यापूर्वी बिनतारी संदेशयंत्र कोणत्या तत्त्वांवर अवलंबून आहे हें आपणाला प्रथम समजून घ्यावें लागेल, कारण या तत्त्वांच्या पायावरच या 'प्रारण' यंत्राची इमारत रचिली गेली आहे.

सूर्यकिरणांचें प्रारण (Radiation) होत असतां पृथ्वीकडून तें ग्रहण केलें जातें, व त्यामुळें पृथ्वी प्रकाशित होते; त्याचप्रमाणें प्रेषण स्थळापासून (Broad Casting Station) निघालेल्या लह-

रींचें प्रारण (Radiation) होत असतां त्या लहरी जें ग्रहण करितें त्या यंत्रास ग्राहकयंत्र (Receiver) हें नांव दिलें आहे. यासच रेडिओ म्हणतात.

रेडिओ हा इंग्रजी शब्द आपल्याकडे फक्त ध्वनिग्राहक यंत्रासच लावण्याचा प्रघात पडला आहे, परंतु ह्या शब्दाचा मूळ अर्थ पाहिला तर प्रारण क्रियेच्या योगानें घडून येणाऱ्या (रॅडिएशनच्या) सर्व प्रकारच्या कार्यांना तो शब्द लागतो. अशाच प्रकारच्या लहरी विनतारी यंत्रामध्यें उत्पन्न कराव्या लागतात. विनतारी यंत्रांत व प्रारण यंत्रांत ज्याच्या योगानें विद्युत्कर्षक (Electro-magnetic) प्रवाह उत्पन्न करून फेंकला जातो त्या यंत्रास 'क्षेपक' यंत्र (Transmitter) म्हणतात, व जेथून तो प्रवाह उत्पन्न करून फेंकला जातो त्या स्थळास प्रेषण-स्थळ (Broad Casting Station) किंवा उगमस्थळ म्हणतात; आणि त्या प्रवाहांच्या फेंकीस प्रेषण (Broad-Casting) म्हणतात. ज्या ठिकाणीं ह्या फेंकल्या गेलेल्या प्रवाहांच्या प्रारण लहरींचें ग्रहण केलें जातें त्यास ग्रहण-स्थळ (Receiving Station) म्हणतात; आणि जें यंत्र त्याचें ग्रहण करितें त्यास ग्राहक-यंत्र (Radio) असें म्हणतात. मुख्यत्वेंकरून प्रारणयंत्रांत या प्रारण-ग्राहक यंत्रासच रेडिओ म्हणण्याचा प्रघात पडला आहे.

इ. स. १८९१-९२ च्या सुमारास बिनतारी संदेश पाठविण्याचें साधन, ज्यास 'वायरलेस' म्हणतात, त्याचा शोध लागून, प्रथम थोड्या मैलांच्या अंतरावर, व नंतर फार लांबच्या अंतरावर, तारेचा संबंध न आणितां संदेश पाठवितां येऊं लागले.

विजेचा विशिष्ट प्रकारचा प्रवाह—विद्युत्कर्षक लहरींचा प्रवाह—(Electro Magnetic–waves) कोणत्याही ठिकाणीं उत्पन्न करून, तारेशिवाय आकाशामधून पाठवितां येतो, व त्या प्रवाहाबरोबर वाहत जाणाऱ्या शक्तीमुळें व रेडिओच्या साधनानें पृथ्वीच्या पाठीवरील कोणत्याही स्थळीं निमिषार्धांत शब्द उमटवून वाटेल त्या मनुष्यास हजारों कोसांवरील गायन-वादन ऐकावयास सांपडतें.

ज्याप्रमाणें सूर्य सर्व दिशांना प्रकाश फेंकतो त्याचप्रमाणें या लहरी विशिष्ट साधनांनीं प्रेषण-स्थलापासून उत्पन्न केल्या जाऊन,सर्व दिशांनीं जगभर फेंकल्या जातात; व या क्रियेसच Broad-Casting म्हणतात, हें वर सांगितलेंच आहे. अशा प्रकारचीं पुष्कळ सामर्थ्यवान प्रेषण–स्थळें सर्व जगभर इ. स. १९२१–२२ सालापासून स्थापन झालीं आहेत. अशा स्थळांपासून गायन–वादन–भाषण हीं हजारों मैलांवर सर्व दिशांकडे पाठवितां येऊं लागलीं. अशीं प्रेषण-स्थळें कलकत्त्यास व मुंबईस स्थापन झाल्यास अवघीं ९–१० वर्षें झालीं; व अलीकडे तशीं आणखीं नवीन प्रेषण–स्थळें आपल्याकडे सुरू केलीं जात आहेत. अशा स्थळीं फेंकलें गेलेलें गायन-वादन-भाषण ऐकावयास मिळण्याकरितां मात्र ज्याचें त्यास ग्राहकयंत्र (Receiver) ठेवावें लागतें. बिनतारी दूरध्वनिकांत वैजिककर्षक (Electro–magnetic) नांवाच्या विशिष्ट लहरींचा प्रवाह उत्पन्न करावा लागतो, व हा जरी ध्वनिलहरींच्या वैजिक स्वरूपास वाहून नेणारा असतो, तरी तो स्वतः श्राव्य नसल्यानें त्याला रेडिओच्या साहाय्यानें श्राव्य बनवितां येतें, व त्यामुळें आपणास प्रेषण–

स्थळीं फेकलें गेलेलें गायन–वादन–भाषण या यंत्राशिवाय म्हणजे ग्राहण यंत्राशिवाय ऐकावयास येत नाहीं, म्हणूनच ग्राहकाची जरुरी असते.

हीं ग्राहक-यंत्रें पुष्कळ प्रकारचीं कमीअधिक शक्तींचीं असूं शकतात. त्यांपैकीं कांहीं यंत्रांचा उपयोग कर्ण-पुटकाच्या (Head-phones) साहाय्यानेंच गायनवादन ऐकण्यांत होतो. प्रेषण-स्थळा-पासून सर्व दिशांनीं १०–१२ मैलांपावेतों गायनवादन ऐकतां येईल अशा ग्राहकांस स्फटिक–ग्राहक म्हणजे ‘ क्रिस्टल्–सेट ’ असें म्हणतात; व हे फार थोडचा किंमतींत बनवितां येतात. कांहीं यंत्रें हजारों मैलांवर होणारें गायन–वादन–भाषण दिवाणखान्यांत जमलेल्या सर्व लोकांस महावक्त्राचा (Loud-speaker) अगर कर्ण्याचा (Funnel) उपयोग करून ऐकावयास लावणारीं अशीं असतात, त्यांस बरीच किंमत पडते. हीं यंत्रें, त्यांसंबंधीं पुरें ज्ञान करून घेतल्यावर, त्यांस लागणारी सामुग्री जमवून बनवितां येतात. वर ज्यास आपण प्रेषण-स्थळ म्हणून म्हणत आलों, त्या प्रत्येक प्रेषण-स्थळीं मनोऱ्याप्रमाणें फार उंचीचे लोखंडी खांब उभे करितात, व त्यांवर निरानिराळ्या तारा निरोधकावर (Insulator) समांतर बसविलेल्या असतात; व अशा या तारांमधून कमीअधिक सामर्थ्यवान विद्युच्छक्तीचीं आंदोलनें उत्पन्न करून वैजिक–कर्षक लहरी आकाशतत्त्वांत* उत्पन्न केल्या जातात. अशीं हीं प्रेषणस्थळें कमीअधिक सामर्थ्यवान प्रवाह

* निर्वात असलेल्या पोकळींतील अतिविरलतत्त्व; यासच ईथर ही संज्ञा देतात.

उत्पन्न करणारीं स्थापितां येतात. अशा प्रकारच्या वैजिक-कर्षक लहरींची गति प्रकाशाच्या गतीप्रमाणें एका सेकंडांत १८६००० मैलपावेतों असते; व त्यांची एका सेकंडांत सात वेळां पृथ्वीप्रदक्षिणा होते. ह्या लहरी व प्रकाशाच्या लहरी अगर उष्णतेच्या लहरी ह्या सर्व वैजिक-कर्षक (Electro-magnetic) असतात, म्हणजे एकाच जातीच्या असतात; मात्र कमीअधिक तरंगावृत्तींच्या (Frequency) असतात; परंतु त्या प्रकाश—लहरींप्रमाणें दृश्य नसतात, किंवा ध्वनि-लहरींप्रमाणें श्राव्यही नसतात, किंवा उष्णतेच्या लहरींप्रमाणें स्पर्शज्ञातही नसतात; म्हणजे प्रेषण-स्थळीं उत्पन्न केल्या गेलेल्या ह्या लहरी मानवांस इंद्रिय-ग्राह्य नसतात.

कोणत्याही प्रेषण-स्थळीं ठराविक तरगांतराच्या (Wave-length) ह्या लहरी उत्पन्न केल्या जातात; व दरएक प्रेषण—स्थळांतील एकामागून एक सारख्या अंतरानें जाणाऱ्या दोन तरंगांमधील अंतर (Wave-length) ठराविक मीटर* लांबीचें असतें, व तें एक मीटरपासून हजारों मीटरपावेतों लांबीचें निरानिराळ्या स्थळांचें ठरविलेलें असतें. जसें:—मुंबई येथील प्रेषण-स्थळीं उत्पन्न केलें जाणारें तरंगांतर ३९७·१ मीटरचें ठरलेलें आहे; व कलकत्ता येथील प्रेषण-स्थळीं दोन तऱ्हेच्या म्हणजे दीर्घ व ऱ्हस्व तरंगांतरांच्या लहरी उत्पन्न केल्या जातात. तेथील दीर्घ तरंगांतर ३७०.४ मीटरचें असून, ऱ्हस्व तरंगांतर ४९·१ मीटरचें ठरलेलें आहे. १ ते

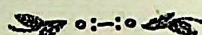
* पृथ्वीच्या परीघाच्या चौथ्या हिश्श्याचा कोटीवा हिस्सा.
३९·३७ इंच=१ मिटर.

७९ मीटरपावेतों असणाऱ्या तरंगांतरांना ऱ्हस्व (Short-waves) व ७९ ते २९० मीटरपावेतों मध्यम (Medium) व २९० च्या पुढें असणाऱ्यांना दीर्घ तरंगांतर (Long wave) म्हणतात. तरंगांतर म्हणजे काय व त्याची गणना कशी होते हें पुढें येणार आहे.

अशा प्रेषण-स्थळाहून ज्या वेळीं एखादें गायन-वादन-भाषण सर्व जगभर प्रेषित करावयाचें असेल, त्या वेळीं तें प्रेषण-स्थळींच घडून यावें लागतें असें नाहीं. तर जेथें तें होत असेल त्या ठिकाणीं बोलणाराच्या अगर गाणाराच्या पुढें सूक्ष्मध्वनिवर्धक यंत्र (Microphone) ठेवून तें तारेनें दूरध्वनिकयंत्राप्रमाणें प्रेषण-स्थळीं जोडलेलें असावें लागतें; अशा जोडणीनें गायन-वादन-भाषण यांच्या ध्वनिलहरींचें वैजिक प्रवाहांत रूपांतर होऊन, तें गायन--वादन--भाषण प्रेषण-स्थळीं उत्पन्न केलेल्या जाणाऱ्या वैजिक-कर्षक लहरींमध्यें मिळविलें जातें. अशा तऱ्हेनें तें वैजिक-कर्षक लहरींना आपलें वाहन करून अति वेगानें सर्व दिशांनीं तारेच्या मदतीशिवाय जाऊं शकतें, आणि म्हणूनच एका ठिकाणाहून निघालेलें गायन-वादन वगैरे सर्वांना (रेडिओ हें यंत्र अशा लहरींना ग्रहण करणारें असल्यानें) ऐकावयास मिळूं शकतें. मात्र तें घडवून आणण्यास आपल्या ग्राहकांत विशिष्ट प्रकारची संवादी स्थिति विजेरीच्या अगर वैजिक प्रवाहाच्या मदतीनें उत्पन्न करावी लागते.

---

२. गति, शक्ति व लहरी.

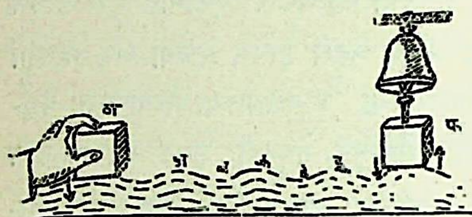


ह्या पुस्तकांत रेडिओस प्रारणयंत्र म्हटलें आहे. चक्राच्या साहाय्यानें अगर दुसऱ्या एखाद्या साधनानें गति उत्पन्न करून, तिजकडून कांहीं कार्य करून घेणें, अशी यंत्र शब्दानें आपल्या मनांत कल्पना येते. आपण दृश्य हालचालीस गति ही संज्ञा देतों; परंतु अदृश्य गति ही असूं शकते. हवेंतील आवाजाच्या लहरी आपणांस दृश्य नसतात, पण त्या लहरींना गति नाहीं असें म्हणतां येणार नाहीं. अशा प्रकारच्या अदृश्य गति अगर हालचाली प्रारणयंत्रांत असतात. ही हालचाल हवेची अगर दृश्य पदार्थाची नसून हवेहूनही अति विरळ असें जें आकाशतत्त्व त्यामध्यें उत्पन्न होते, व त्या हालचालीच्या लहरींना श्राव्य कोटींत आणून इंद्रियग्राह्य बनविल्यानें म्हणजे त्या लहरींचें ध्वनिलहरींत रुपांतर झाल्यानें, आपणांस रेडिओमुळें ध्वनि ऐकूं येतात.

प्रारणयंत्रासंबंधीं पूर्ण माहिती करून घेण्यापूर्वी ज्या कांहीं गोष्टींचें ज्ञान आपणांस मिळविलें पाहिजे त्यांपैकींच लहरींचें कार्य व त्यांचे गुणधर्म ही एक महत्त्वाची गोष्ट आहे. आकाशतत्त्वामध्यें उत्पन्न केल्या जाणाऱ्या विशिष्ट प्रकारच्या वैजिक-कर्षक लहरींच्या (Electro-magnetic waves) योगानें प्रारणयंत्राचें कार्य घडून येतें, म्हणून सर्वसाधारण लहरींची माहिती येथें दिली आहे. कोणत्याही प्रकारच्या लहरींबरोबर शक्तीचेंही स्थलांतर होत असतें, ही गोष्ट

पाण्यावरील दृश्य लहरींचें सूक्ष्म निरीक्षण केल्यास आपणांस जास्त स्पष्टपणें कळून येईल. आपण एखाद्या जलाशयांत दगड टाकिला तर तो दगड स्वतः बुडत असतां, म्हणजे स्वतःस पाण्यांत जागा करून घेत असतां, पाणी वर उसळावयास लागतें, व त्यावेळीं दगडांतील जी शक्ति खर्च झालेली असते, त्या शक्तीमुळेंच दगड पडलेल्या बिंदूपासून त्याच्या सर्व बाजूनें उसळी व खड्डे हीं पाण्याच्या पृष्ठभागाच्या पातळींत वर्तुळाकार एकामागें एक उत्पन्न झालेलीं दिसतात. यांनाच आपण लहरीं उत्पन्न झाल्या असें म्हणतों. अशा लहरी उत्पन्न झाल्यावर त्या जलाशयाच्या मध्यापासून वर्तुळाकार निघून कांठापावेतों पोहोंचून, तेथूनही उलट खाऊन परत फिरलेल्या दिसतात. या लहरींच्या हालचालींमुळें पाण्याच्या पृष्ठभागांतील परमाणु पुढें पुढें जातात असें दिसतें; पण ते जागच्या जागीं नुसते खालींवर होत असतात. प्रत्येक ठिकाणच्या पृष्ठभागाचें पाणी त्याच जागीं एकदां खालीं व एकदां वर अशा तऱ्हेनें त्याच्या लंबपातळींत (Perpendicular plane) हालत असतें, व अशा त्याच्या खालींवर होण्याच्या क्रमामुळें आपणांस पाण्याच्या लहरी सभोंवार तीराकडे जातात अशा दिसतात. खरें पाहूं गेलें असतां, एकदम टाकलेल्या दगडाच्या दाबानें पाण्यांत उसळी घेण्याची एक प्रकारची शक्ति उत्पन्न होते, व त्याच शक्तीचा कांहीं अंश एकामागून एक वर खालीं उसळ्या उत्पन्न करण्यांत खर्च होऊन, बाकीचा शक्तीचा भाग पाण्याच्या कडेपावेतों पोहोंचविला जातो, व त्यास आपण लहरी म्हणतों. त्या वस्तुतः लहरी पाण्याच्या नसून

पाण्यांतून जाणाऱ्या शक्तीच्या होत; कारण पाणी जागच्या जागींच असतें, व ही शक्ति तीरापर्यंत जाते; तीराजवळ तरंगत असलेला एखादा लाकडाचा तुकडा अगर बूच तिच्या कक्षेंत आल्यास त्यालाही खालींवर हेलकावे खाण्यास लाविते. याप्रमाणें कोणत्याही लहरीच्या योगानें—मग त्या पाण्यांतील असोत अगर हवेंतील असोत—शक्तीचा थोडातरी अंश एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं पोंचविला जातो.

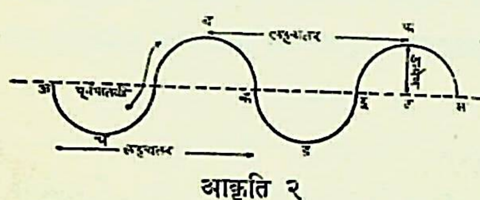


आकृति १

हातांत धरिलेल्या लाकडाच्या 'ठा' या ठोकळ्यानें पाण्याच्या पातळीस खालींवर दावल्यानें अ, ब, क, ड, ई अशी लाट उत्पन्न झालेली दिसते, व अशा लाटांच्या प्रवाहाच्या दुसऱ्या टोंकाच्या बाजूस 'फ' हा दुसरा लाकडाचा ठोकळा आहे, आणि त्यावर गोल डोक्याचा उभा खिळा बसविलेला आहे. त्या खिळ्याच्या वरच्या बाजूस थोड्या अंतरावर घंटेचा लोळा आहे. लाटेबरोबर पाण्याची सपाटी उंच होते तेव्हां तो ठोकळा वर: उचलतो, व त्यावरचा खिळा घंटेच्या लोळ्यास लागून घंटा वाजते; लगेच लाट ओसरते व पाण्याबरोबर ठोकळा खालीं जातो. ही क्रिया दर लाटेगणिक होत असते. लाटेंत असलेली शक्ति लाटेच्या उगमापासून लाटेबरोबर वाहत जाते, व तिजकडूनच घंटा वाजते. दुसरें असेंही कळून येईल, कीं लाटा पुढें पुढें जात आहेत असें दिसतें, तरी घंटेखालीं असणारा ठोकळा आपली

जागा न सोडितां. नुसता लाटेबरोबर खालींवर होत असतो, म्हणजे त्याच्याखालीं असणारे पाण्याचे परमाणु लाटेबरोबर पुढें न सरकतां लाटेबरोबर खालींवर होत असतात. परमाणु उंच जातात तेव्हां त्यांनीं लाटेचें शिखर बनतें, आणि ते खालीं जातात तेव्हां लाट खोल गेली आहे असें आपणांस दिसतें, तसेंच जितक्या लांबी-पावेतों ह्या लाटा वाहत गेलेल्या दिसतात तितक्या लांबीवर ही शक्ति थोड्या प्रमाणानें कां होईना—प्रकट होऊन कार्य करिते.

वरील प्रयोग करून पाहत असतां, आपणांस लाटासंबंधीं पारिभाषिक शब्द शिकून घेतले पाहिजेस. वरील आकृतींत अ, ब, क, ड, ई फ ही लाट आपण हातांतील ठोकळा दाबून, पाण्याच्या पृष्ठ-भागावर उत्पन्न केली.त्या लाटेचे ' च, ड ' हे भाग खळग्यासारखे व ' ब, फ ' हे भाग उंचवट्यासारखे दिसतात. त्यांपैकीं, एका खळग्यापासून दुसऱ्या खळग्यापावेतों, अगर एका उंचवट्यापासून दुसऱ्या उंचवट्यापावेतों असणारें अंतर नेहमीं सारख्याच लांबीचें असतें. ह्या अंतरासच आपण लहर्‍यंतर अथवा तरंगांतर (Ware length) असें म्हणूं. (तरंगांतर = Wave length). तसेंच सपाटीपासून जी लाटेची उंची अगर खोली तीस ' उन्मेष (Amplitude) असें म्हणूं.



आकृति २

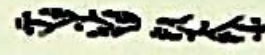
प्रयोगादाखल दुसरें आणखी एक उदाहरण घेऊं समजा एका टेबलावर एकास एक लागून सातआठ रुपये एकापुढें

एक मांडून ठेविले. त्यांतील मधला रुपया बोटाच्या दाबानें हलूं न देतां, जर पहिला रुपया आपल्या बाजूस ओढून घेऊन दुसऱ्या रुपयास त्यानें जोरानें धक्का दिला,तर सातवा अगर आठवा रुपया जागा सोडून दूर जाऊन पडतो; परंतु मधले सर्व जागच्या जागीं तसेच राहतात. याचा अर्थ असा, कीं दुसऱ्या रुपयावर खर्च केलेली शक्ति प्रत्येक रुपयांतून शेवटच्या रुपयापर्यंत जाते, व त्या रुपयाच्या दूर पडण्यानें शक्तीचें जाणें स्पष्ट दिसून येतें व खरी स्थिति अशी असते,कीं एकाचा दुसऱ्यास धक्का बसतअसतां,स्वतःस उलट दिशेनें परत यावें लागल्यानें तो जेथल्या तेथें येऊन राहतो, व शक्ति पुढच्यास पोंचविली जाते.

या प्रयोगांत वस्तूचें स्थलांतर न होतां शक्तीचें स्थलांतर झालेलें परिणामावरून दिसून येतें. पहिल्या उदाहणांतील पाण्याचे परमाणु खालींवर होत होत, शक्ति आपला मार्ग काढीत काढीत एका परमाणूपासून शेजारच्या दुसऱ्या परमाणूवर आदळत आदळत, जलाशयाच्या कडेपावेतों जाऊन पोचते, व तिचें कार्य बुचाच्या अगर लाकडाच्या तुकड्याच्या हालण्याच्या प्रयोगावरून झालेलें स्पष्ट रीतीनें दिसून येतें.

———

३. अणु.



मागील शतकाच्या अखेरपावेतों शास्त्रज्ञांनीं मिश्र वस्तूंचे घटक असणारीं जीं द्रव्यें, ज्यांना मूलतत्त्वें अगर मूलद्रव्यें म्हणतात, त्यांची संख्या ८०।८२ पावेतों ठरविली होती, व आतां त्यांची संख्या ९२ पर्यंत गेली आहे. हीं सर्व मूलतत्त्वें स्वतः सिद्ध पदार्थ असून, त्यांच्या निरनिराळ्या परमाणूंच्या संख्येनें अनेक मिश्र पदार्थ बनलेले आहेत. एखाद्या मूळ-तत्त्वाचे बारीक बारीक विभाग करीत गेलें असतां, ज्याचा पुढें आणखी विभाग होत नाहीं अशा सूक्ष्म विभागाला अणु असें म्हणतात. दर एक तत्त्वाचा अणु दुसऱ्या तत्त्वाच्या अणूपेक्षां गुणांनीं व वजनानें भिन्न असून, प्रत्येकाचें वजन नियमित असतें. ज्या वेळीं कोणताही संयुक्त पदार्थ दोन किंवा अधिक मूलतत्त्वांच्या एक किंवा एकाहून अधिक अणूंच्या संयोगानें बनत असतो, त्या वेळीं एक किंवा अनेक अणूंच्या पटीच्या मिश्रणांचाच तो बनतो, असा रसायणशास्त्राचा मुख्य सिद्धांत आहे. ज्यास अणु असें म्हणतात तो घन, प्रवाही अगर वायरूपी कोणत्याही मूलतत्त्वाचा असला, तरी तो सूक्ष्मांत सूक्ष्म असा घटक असल्यानें, त्याची स्थिति वायुरूपी अगर त्यापेक्षांही विरल अशा स्वरूपाची असली पाहिजे, अशी आपणांस कल्पना करावी लागते; कारण घन अगर प्रवाही अशा स्थितींत नेहमीं असणाऱ्या मूलतत्त्वांचें स्थित्यंतर वायरूपांत होऊं शकतें, व त्या तत्त्वांचें वायुरूप

अशाच सूक्ष्म अणूंनीं बनलेलें असतें. उदाहरणार्थ, पाणी हा पदार्थ हायड्रोजनचे दोन अणु व ऑक्सिजनचा एक अणु मिळून रासायनिक क्रियेनें बनलेला आहे.

जें पाणी नेहमींच्या प्रवाही स्थितींत आपण पाहतों व ज्याचीं स्थित्यंतरें बर्फाच्या रूपानें घन व वाफेच्या रूपानें वायुरूपी अशी आपण पाहतों त्याचे दोन्ही घटक वायुरूपी असतात, व त्याच्या अणूच्या रासायनिक मिश्रणानें पाणी हा पदार्थ बनलेला आहे. घन स्थितींतल्या बर्फाच्या तुकड्यांतील अणु हे एकमेकांस चिकटलेले असल्यामुळें, विरघळण्यापूर्वीं त्यांचा कोणताही आकार असूं शकतो; त्याच बर्फाचें पाणी होतें त्यावेळेस त्या पाण्याचे अणु, ज्या भांड्यांत तें पाणी सांठवूं त्या भांड्यांत वरच्या बाजूनें एका पातळींत स्थिर होऊन राहतात. त्यांस वाफेचें स्वरूप आल्यावर तेच अणु एकमेकांपासून दूर दूर होऊन, शेवटीं सर्व दिशांनीं त्यांना जेवढी जागा मिळेल तेवढी सर्व जागा ते व्यापून टाकितात.

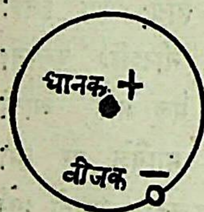
विसाव्या शतकाच्या आरंभीं प्रसिद्ध मॅडम क्यूरी या बाईनें 'रेडियम' हें मूलतत्त्व नवीन शोधून काढिल्यामुळें त्या तत्त्वाच्या गुणधर्मांविषयीं जास्त शोध होऊन प्रत्येक मूलतत्त्वांतील अणुंविषयींची कल्पना फारच विस्तार पावली. कोणत्याही तत्त्वाच्या अणूस पूर्वीं अविभाज्य समजत असत; परंतु प्रत्येक अणु एक किंवा अधिक वीजक [इलेक्ट्रॉन्स] व तितकेच धानक [प्रोटॉन्स] यांनीं बनलेला असतो असें आतां सिद्ध झालें आहे. अणुमधील वीजक व धानक यांची प्रत्येकीं संख्या लवभाराच्या

(atomic weight) संख्येइतकीच असते. प्रत्येक मूलद्रव्याचा अणु हा निरनिराळ्या गुणधर्मांचा असला, तरी ज्या वीजक व धानक यांनीं तो बनलेला असतो ते वीजक व धानक हे दुसऱ्या कोणत्याही मूलतत्त्वांच्या अणूमधील वीजक व धानक यांहून भिन्न नसून एकाच गुणधर्मांचे असतात. निरनिराळ्या मूलतत्वांच्या अणूंमधील वीजक व धानक यांची संख्या निरनिराळी असते व त्या भिन्न संख्येमुळेंच निरनिराळ्या मूलतत्वांचे अणु एकमेकांपासून भिन्न असे बनलेले असतात. या नवीन शोधामुळें ज्यास आजपावेतों मूलतत्वें समजत असत त्या सर्व मूलतत्वांचे वीजक व धानक हेच घटक असतात व ते सर्व एकाच जातीचे आहेत असें आतां सिद्ध झालें आहे. पाऱ्यापासून अगर शिशापासून रासायनिक क्रियेनें सोनें बनवितां येतें असें पूर्वी समजत, व त्यास ‘ किमया ’ म्हणत. अशी किमया अगदींच अशक्य गोष्टींतील असेल असें आतां समजण्याचें कारण नाहीं. सर्व वस्तूंचे घटक वीजक व धानक हेच असल्यामुळें त्यांच्या कमीअधिक संख्येनें एका मूलतत्वापासून दुसरें मूलतत्व घडवून आणणें शक्य आहे.

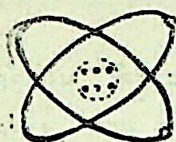
अणु म्हणजे पदार्थांतील अतिशय सूक्ष्म भाग होय; पण इतकें म्हटल्यानें आपल्याला त्याच्या लहानपणाची नीटशी कल्पना येईलच असें नाहीं. पृथ्वीचा परीघ पंचवीस हजार मैल आहे; आतां पाण्याचा एक थेंब पृथ्वीइतका मोठा आहे असें मानिलें तर त्या थेंबांतील प्रत्येक अणु तुलनेनें क्रिकेटच्या चेंडूइतका लहान असतो असें

म्हणतां येईल. क्रिकेटचा चेंडू घट्ट असतो तसा अंणु घट्ट नसतो. कारण कांहीं धानक व त्याच्या निमेइतके वीजक यांनीं बनलेला एक पुंजका व त्या पुंजक्याच्या भोंवतीं कांहीं अंतरावर फिरत असलेले सुटे पण आकर्षिलेले वीजक यांनीं अणु बनलेला असतो. हे अणूच्या सूक्ष्मतेविषयीं झाले ह्यावरून अणूंतील प्रत्येक वीजक किती सूक्ष्म असेल हें आपण कल्पनेनेंच जाणिलें पाहिजे. वीजकाच्या व्यासाची लांबी एका इंचाच्या पांच हजार अब्जांशाइतकी असते. अशा प्रकारचे अत्यंत सूक्ष्म वीजक अणू—मध्यें फिरत असतां एका मोठ्या खोलीमध्यें चार पांच घुंगुर्डीं फिरत असलीं तर त्यांच्या मध्यें जें अंतर असूं शकेल तितक्या दूर दूर अंतरावर ते अणूंतील पुंजाभोंवतीं भ्रमण करीत असतात असें म्हणावें लागते. एका वीजकाचा व्यास हा अणूच्या व्यासाच्या दोन लक्ष्यांशापेक्षां कधींही जास्त नसतो. व एका इंचाच्या सहस्रांशाच्या लांबीमध्यें हायड्रोजनचे २९००० अणू ओळीनें बसूं शकतात, म्हणजे एका इंचामध्यें अडीच कोटी अणूंची पंगत बसूं शकते.

वरील विवेचनावरून अणूच्या सूक्ष्मतेची व तसेंच त्यामधील वावरणाऱ्या वीजकांची व त्यांना आकर्षणाऱ्या पुंजांतील धानकांची स्थिती आपणांस कल्पनेनेंच जाणावी लागते. कांहीं शास्त्रज्ञांनीं निरनिराळ्या अणूंचें स्वरूप बरेंच निश्चित केलें आहे. उदाहरणार्थ हैड्रोजनचा अणू (आकृती ३ पहा) एका धानकाभोंवतीं एक वीजक फिरत असलेला असा असून वीजक ऋण विद्युतेचा व धानक धन विद्युतेचा

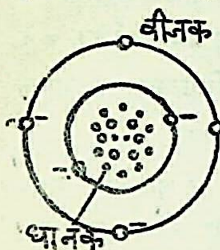


(आकृति नं. ३)

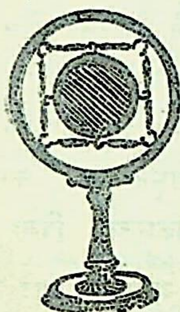


असा बनलेला आहे. हेलीयम ज्याचें लवभार ४ आहे, त्याचा अणू (आकृती ४ पहा) ४ धानक व त्याबरोबर निगडित असलेले २ वीजक यांचा पुंज (neucleus) बनून २ वीजक पुंजाभोंवती फिरणारे अशा प्रकारचा बनलेला आहे. कर्बचा (Carbon) अणू (आकृति ९ पहा.) हा १२ धानक व ६ वीजक यांनीं बनलेल्या सूर्यरूपी पुंजाभोंवतीं—भिन्न कक्षेंतून फिरणाऱ्या (दोन आंतील व चार बाहेरील) सुट्या सहा ग्रहरूपी वीजकांचा बनलेला आहे.

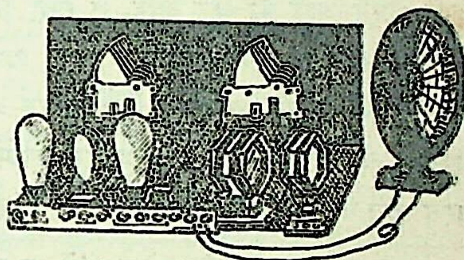
(आकृति नं. ४)



(आकृति नं. ९)



मायक्रोफोन



रेडिओ व लाऊड स्पीकर

४ वीज.

या जगांतील प्रत्येक वस्तु विजेच्या परमाणूंनीं भरलेली आहे असें अलीकडील नवीन शोधांनीं सिद्ध झालें आहे, व ती घन, प्रवाही अगर वायुरूपी असते. ती कोणत्याही स्थितींत असली तरी तिचे घटक जे अणु तें मागें सांगितल्या प्रमाणें वीजक * व धानक यांनीं बनलेलें असतात. वीजक हे ऋण विद्युत्कण व धानक हे घन विद्युत्कण होत हेंही मागें एकदां सांगितलें आहे.

प्रत्येक वस्तूच्या कणाकणाच्या ठिकाणीं ऋण व धन वीज सारख्या प्रमाणानें भरलेली असून, तिच्यांतील ह्या दोन प्रकारच्या विजा वस्तूपासून निरनिराळ्या करितां येतात. वस्तूंतील कांहीं गुणधर्म आपणांस इंद्रियद्वारां कळून येतात. अमुक वस्तु जड आहे का हलकी आहे, मृदु आहे का टणक आहे, गरम आहे का थंड आहे, हें स्पर्श केल्यानें समजतें; तसेंच ती कोणत्या रंगाची अगर आकाराची आहे, ह्याचें ज्ञान डोळ्यांनीं होऊं शकतें; परंतु वस्तूंत असणाऱ्या विजेचें ज्ञान आपणांस इंद्रियद्वारां करून घेण्यास त्यांतील धनवीज व ऋणवीज एकमेकींपासून सुट्या केल्यावरच होत असतें; कारण तोंपावेतों ह्या दोन्ही प्रकारच्या विजा त्या

* अगदीं अलीकडील शोधाप्रमाणें दर एक अणूमधील सुटें फिरणाऱ्या वीजकांच्या संख्येइतकेच धन विद्युत्कण पुंजांत असून त्या प्रत्येकास पॉझिट्रॉन असें नांव दिलें आहे. पुंजांत असणारे जितके धानक (प्रोट्रॉन्स) तितकेच वीजक (इलेक्ट्रॉन्स) यांच्या प्रत्येक संयोगास ' न्यूट्रॉन ' ही संज्ञा आहे. अणूमधील मुख्य वजन त्यांचेच असतें.

वस्तूत ममसमान असल्यामुळें त्या अपरिणामकारक असतात, आणि ह्मणून वस्तूत असलेल्या विजेचें ज्ञान आपणांस होत नाहीं. वस्तूंतील ह्या धन व ऋण विजा एकमेकींपासून सुट्या करण्यास आपणांस शक्ति खर्च करावी लागते, व तसें निरनिराळ्या प्रकारानें घडवून आणितां येतें.

वस्तूंवर कोणत्या तरी प्रकारची शक्ति खर्च करूनच त्या वस्तूवर वीज उत्पन्न झालेली आपणांस दिसते व तीमुळें पदार्थांत आकर्षण प्रसारण, चुंबकत्व, उष्णता, प्रकाश, वगैरे गुणधर्म उत्पन्न होऊन त्यांच्या द्वारेंच आपणांस ह्या विजेचें अस्तित्व इंद्रियगोचर होतें.

ह्यावरून हें स्पष्ट होतें कीं वीज व शक्ति निरनिराळ्या नसून एक दुसरीचें रुपांतर आहे; वीज व शक्ति यांचा संयोग होऊन वस्तु बन लेली असते.

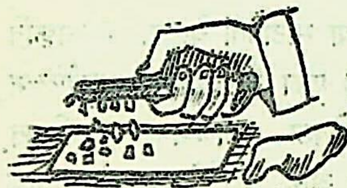
विद्युत् अथवा वीज (इलेक्ट्रिसिटि) या शद्बानें आपणांस जो बोध होतो, व ज्याअर्थानें वीज, विजेची शक्ति विजेचा प्रवाह हे शद्ब आपण योजितो, त्या अर्थानें विजेविषयीं स्थूलमानानें असें ह्मणतां येईल कीं या जगांतील प्रत्येक जड वस्तु ही वीज व शक्ति या दोहोंनीं मिळून बनलेली आहे, व जशी कोणतीही वस्तु समूळ नाहींशी होत नाहीं, तशी त्यातील वीजही नाहींशी होत नाहीं. वीज, शक्ति व वस्तु ह्या नाहींशा न होतां कमीजास्त प्रमाणानें एकमेकांचें रूपांतर होऊन राहतात. वीज ही ऋण व धन अशी दोन प्रकारची मानिल्यास, प्रत्येक वस्तुमध्यें तींतील कणाकणाच्या ठिकाणीं त्या दोहींचें प्रमाण सारखें असल्यामुळें, व त्या एकमेकींस आंवरून धरीत असल्यामुळें, त्या वस्तुमधील ऋण अथवा धन यांपैकीं कोणत्याही विजेचा

परिणाम दृश्य नसल्यानें, तेथें वीज मुळींच नाहीं असें आपणांस वाटतें. ह्मणजे त्या वस्तूंतील वीज अपरिणामकारक (Neutral) असते. सर्व पदार्थांत वीज व शक्ति भरलेल्याच आहेत. त्यांत असलेल्या ऋण व धन विजापैकीं कोणत्याही एकीस दुसरीपासून दूर करितां येतें. असें करितांना कांहीं शक्ति खर्च करावी लागते, व नंतरच तिचें कार्य आपणांस दृश्य होतें. जगामध्यें वीज कोठूनही नवीन उत्पन्न करितां येत नाहीं त्याप्रमाणेंच शक्तीसुद्धां नवीन उत्पन्न करितां येत नाहीं. एका शक्तीचें दुसऱ्या शक्तींत रुपांतर झालें ह्मणजे शक्तीचें कार्य आपणांस दिसून येतें. तसेंच विजेचेंही आहे पदार्थांत दोन प्रकारच्या विजा एकत्र असतात त्यांजवर कांहीं तरी शक्ती खर्च करून त्यांना एकमेकींपासून निराळ्या केल्यावर फिरून त्या एकमेकींत मिसळण्याचा प्रयत्न करीत असतांना जें त्याजमध्यें एकाप्रकारचें सामर्थ्य आलेलें दिसतें; त्या सामर्थ्याकडून आपणांस शक्तीचें कार्य घडवून आणितां येतें;अशा क्रियेस आपण वीज उत्पन्न करून तिजकडून कार्य करून घेतलें असें ह्मणतों. याप्रमाणें शक्तीचा व विजेचा एकमेकींशीं संबंध आहे हें ध्यानांत ठेविल्यास, जगांत वीज व शक्ती या मूळ दोन गोष्टी यच्चावत् जडवस्तूंना कशा बनवितात हें आपणांस कळून येईल.

कोणत्याही पदार्थांतील ऋण वीज धन विजेपासून वेगळी केल्यास व त्यांना निरोधकांवर (Non Conductor) म्हणजे लाख, काच, एबनेट, चिनी मातीचे भांडे (पोर्सलेन) यासारख्या वस्तूवर निरनिराळ्या सांठवून ठेविल्यास, त्या दोहींचे एकमेकींशीं आकर्षण चालू असतें व त्या आकर्षणाच्या शक्तीचें दुसऱ्या कोणत्याही गतींत अगर

शक्तींत रूपांतर करितां येतें. म्हणजे एका प्रकारच्या शक्तीचा उपयोग करून दुसऱ्या प्रकारची शक्ति उत्पन्न करितां येतें, व तसेंच कोणत्याही प्रकारची शक्ति खर्च करून मग ती रासायनिक अगर घर्षणरूपी असो—वीज उत्पन्न करितां येतें, व तिचें कार्य शक्तीच्या रूपानें व्यक्त होऊं शकतें. हें जास्त स्पष्ट होण्यास आपणांस प्रत्यक्ष प्रयोगांकडे वळलें पाहिजे.

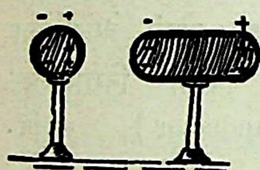
एखादा काचेचा दांडा घेऊन त्यावर रेशमाच्या कपड्यानें घासले असतां, कांचेतील ऋणविद्युत् रेशमांतील धनविद्युत्नें खेंचली जाऊन ती रेशमांतील धन विद्युतेस वेगळी करितें, व कांचेच्या दांड्यावर धरून ठेवितां येते व असा दांडा कागदाचे कपट्यांस आकर्षितो ह्यावरून स्पष्ट होतें (आकृति ६ पहा.) व तसेंच ह्या दोन्ही वेगवेगळ्या प्रकारच्या वीजा निरोधकांवर (Non-Canductor) बसविलेल्या वाहक पितळी पोकळ गोळ्यावर निरनिराळ्या धरितां येतात.



(आकृति नं. ६)

याचा अर्थ असा कीं, एकदां पदार्थांतील ऋणविद्युतेपासून धनविद्युत वेगळी झाल्यावर त्यांना आपण काचेच्या दांड्याच्या निरोधकानें पृथ्वीशीं मिळूं न दिल्यास त्यांना वेगवेगळ्या धरून ठेवितां येतात. जे पदार्थ पृथ्वीकडे विजेला सहज वाहूं देतात त्यांस ‘वाहक’ (Conductor) म्हणतात, व जे पदार्थ विजेला पृथ्वीकडे तिच्या जाण्याच्या आड येतात, त्यांस ‘निरोधक’ (Non-Conductor) असें म्हणतात.

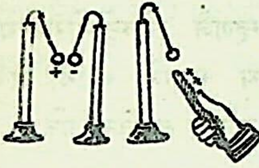
सोनें, रुपें, तांबे, लोखंड, जस्त इत्यादि सर्व प्रकारच्या धातु; तसेंच पाणी व ॲसिड मिश्रित पाणी व मनुष्य–शरीर हे पदार्थ उत्तम प्रकारचे वीजवाहक आहेत. अभ्रक, काच, रबर, लाख, चिनी भांडीं (पोर्सलीन), रेशीम, सूत, अबनूस, (एबनेट) लांकूड, हवा इत्यादि पदार्थ कमीअधिक निरोधक असतात. आतां वर दिलेल्या दोन निरनिराळ्या निरोधकांवर म्हणजे काचेच्या दांड्याच्या टोंकावर बसविलेल्या पोकळ गोळ्यांवर ऋण अगर धनविजा निरनिराळ्या (+ चिन्हानें धन वीज व–चिन्हानें ऋण वीज दाखवितात) पकडून ठेवितां येतात, व त्याचे गुणधर्म आपणांस पाहतां येतात. याप्रकारें एकेका जातीच्या विजा निरोधकावर असलेल्या धातूच्या गोळ्यावर निरनिराळ्या सांठवितां येतात. (आकृति ७ पाहा.) एका निरोधकांवर बसविलेल्या पितळी पोकळ गोळ्यावर धनविद्युत् सांठविलेली आहे. या गोळ्यासमोर तोंडें बंद असलेलें पितळी नळकांडे निरोधकाच्या दांड्यावर बसविलेलें आहे. शेजारीं धनविद्युत भरलेला गोळा जवळ आणिल्यास, तो आपल्याजवळील नळकांड्याच्या टोंकावर त्याच्यांत असलेल्या ऋण विजेला ओढून आणितों व डांबून ठेवितों व दुसऱ्या टोंकावर धन विद्युत् जाऊन राहते. ज्यावेळीं त्या निरनिराळ्या सांठविलेल्या असतात, त्यावेळीं त्या स्थायी (Static) ऋण व स्थायी--धन अशा दिसून येतात. धन वीज दुसऱ्या धन

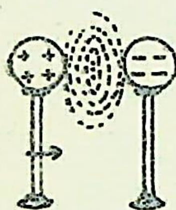


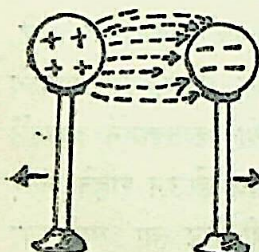
(आकृति नं. ७)


(आकृति नं. ८)

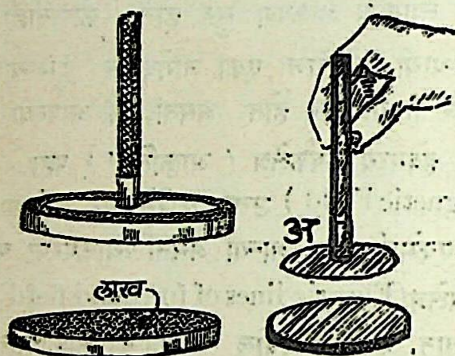
विजेला दूर लोटिते. (आकृति ८ पहा.) तसेंच ऋणवीज दुसऱ्या ऋणविजेलाही दूर लोटते. ऋण वीज धनविजेला व धनवीज ऋण विजेला आकर्षण करितें ९ व १० आकृति पहा.) ऋण व धन स्थायीविजा ह्या दोन्ही एकमेकींपासून कांहीं अंतरावर निरोधकावर बसविलेल्या पितळी गोळयावर स्थिर असतां त्यामध्यें आकर्षण सुरू होतें. कोणतीही स्थायी ऋण वीज अगर स्थायी धन वीज एका जागेवरून दुसऱ्या जागीं जात असतां, म्हणजे ती गतिमान होत असतां, ती आपल्याभोंवतीं हवेमध्यें कर्षक्षेत्र (आकृति ११ पहा.) (Magnetic Field) उत्पन्न करिते. धन व ऋण विजा एकमेकींजवळ आल्या असतां व्याकर्षरेषा व व्याकर्षक्षेत्र (Electric lines of force and field) बनवितात, व दोन्ही मधील असणाऱ्या आकाशांत वैजिकक्षेत्र उत्पन्न होतें (Electric Field) [आकृति १२ पहा.] लोहचुंबकाच्या उत्तर व दक्षिण ध्रुवापासून निघणाऱ्या कर्षकरेषा (Magnetic lines) एकमेकींना ओढून घेतात त्याप्रमाणें या दोन्ही पितळेच्या गोळयांवर असलेल्या ऋण व धन विजा जवळ जवळ ठेविल्यानें व्याकर्षक रेषेनें विद्युत्क्षेत्र (ElectricField) उत्पन्न होतें.


(आकृति नं. ९।१०)


(आकृति नं. ११)


(आकृति नं. १२)

त्यासच व्याकर्ष-क्षेत्र म्हणतात. आतांपर्यंत ज्यां प्रकारच्या विजेचें वर्णन झालें, तीच स्थायी वीज होय. ही स्थायी (Static) वीज सांठविणें झाल्यास सांठा बरणीच्या (Leyden jar) योगानें सांठवून ठेवितां येतें. (तिचें वर्णन पुढें येणार आहे) ती स्थायी वीज खालील प्रयोगानें सोप्या रीतीनें म्हणजे इलेक्ट्रोफोरसच्या साहाय्यानें उत्पन्न करितां येतें. इलेक्ट्रोफोरस म्हणजे स्थायी वीज उत्पन्न करण्याचें साधन होय व हें थोड्या खर्चांत बनवितां येतें.



इलेक्ट्रोफोरसः— (आकृति १३ पाहा.) एक ताटलीवजा डब्याचें झांकण घेऊन, त्यांत लाख ओतून तें भरून काढलें आहे. त्यावर बरोबर बसेल (आकृति नं. १३) असें थोड्या कमी व्यासाचें धातूचें अ तकट घेऊन, त्या तकटाच्या मध्यास कांचेचा दांडा पक्का बसविलेला आहे. तो असा, कीं दांड्यास धरून तें तकट उचलतां येईल. झांकणामध्यें बसविलेल्या लाखेच्या पृष्ठभागावर मांजराच्या कातड्यानें आपटलें असतां लाखेच्या पृष्ठभागावर ऋण वीज उत्पन्न होऊन राहते. नंतर 'अ' हें तकट कांचेच्या दांड्यानें धरून कांहीं वेळ त्या लाखेच्या पृष्ठभागावर ठेवून द्यावें, म्हणजे लाखेच्या बाजूनें अ या तकटा-

तील धनवीज आकर्षिलेली राहते. अशा स्थितींत 'अ' या तकटाच्या पृष्ठबाजूकडे जी ऋणवीज सुटी असते ती त्या तकटास दांड्याच्या बाजूनें आपल्या हातानें स्पर्श केल्यास तिला पृथ्वीकडे जाण्यास मार्ग मिळतो असा स्पर्श केल्यावर लाखे पासून अ हें तकट काचेच्या दांड्यानें उचलून धरिल्यास अ तकटांत नुसती धन वीज येऊन राहते. हें आपण तकटास स्पर्श केला असतां ठिणगी उत्पन्न होते यावरून उघड होतें. अशा तऱ्हेनें पुष्कळ वेळां लाखेवर तकट ठेवून त्याच्या पृष्ठभागास स्पर्श करून नंतर तें तकट उचलून धरिल्यास त्यांत धनवीज उत्पन्न करितां येतें, व अशी तकटावरील उत्पन्न केलेली वीज, त्या तकटानें स्पर्श करून निरोधकांच्या दांड्यावर बसविलेल्या पितळी पोकळ गोळ्यावर अगर साठावरणीवर सांठवितां येतें. या सांठावरणीचे (Leyden Jar) वर्णन पुढें येणार आहे. ही स्थायी (Static) वीज होय.

मागें सांगितलेंच आहे कीं काचेच्या निरोधकावर स्थायी ऋण व स्थायी धन अशा विजा निरनिराळ्या सांठवितां येतात. ज्या गोळ्यावर स्थायी ऋण सांठविली आहे असें म्हटलें, त्या गोळ्यामध्यें पितळेच्या गोळ्यांवर स्वभावतः असणाऱ्या वीजकांच्या संख्येशिवाय अधिक वीजकांचा समुदाय उत्पन्न केलेला असतो, व हे वीजक ऋणविद्युतेचे कण असल्यानेंच त्या गोळ्यावर स्थायी ऋणविजेचा सांठा आहे, असें आपण म्हणतों. स्थायी धन वीज सांठविलेल्या गोळ्यावर पितळेच्या गोळ्यांत स्वभावतः अवश्यक असावयास पाहिजेत असे वीजक नसून, त्यांत पुष्कळ सुट्या धानकाचें आधिक्य

असतें, म्हणूनच त्या गोळ्यास स्थायी धन विद्युतेचा सांठा असें म्हणावें लागतें. असें हे गोळे कांहीं अंतरावर स्थिर असतां आकर्षण क्षेत्र (व्याकर्षक्षेत्र) त्यामध्यें उत्पन्न झालेलें असतें यावेळीं आपण स्थायी ऋण असलेल्या पितळेच्या गोळ्यास स्थायी धन गोळ्याकडे नेऊं लागलों तर पुष्कळ वीजकांचाच प्रवाह आपण स्थायी धन विजेकडे नेऊन सोडितों असेंच होतें. अशा वीजकांच्या प्रवाहासच विजेचा प्रवाह असें म्हणतां येईल. ह्याप्रमाणें स्थायी विजेस प्रवाही विजेचें रूप येतें. कारण विजेचा प्रवाह हा वीजकांचाच बनलेला असतो असें आतां सिद्ध झालें आहे. हा प्रवाह विजेरीच्या साहाय्यानें म्हणजे दोन निरनिराळ्या वस्तूंवर रासायनिक क्रियेनें अगर उष्णतेनें घडवून आणिलेल्या परिणामानें उत्पन्न करितां येतो. अशा प्रवाहाच्या इतर वस्तूंवर होणाऱ्या परिणामावरूनच आपणांस तेथें विजेचा प्रवाह चालू आहे असें समजतें, हा प्रवाह उत्पन्न होतांना पदार्थांत असलेल्या ऋण व धन विजेचें पृथक्करण होऊन त्या दोन्हींही निरनिराळ्या मार्गांनीं वाहूं लागतात. ह्या वाहणाऱ्या प्रवाहाच्या जोडणीनें जी एक रहाटगाडग्यासारखी माळ बनवितां येते, तीसच वैजिकसरणी (इलेक्ट्रिक सर्किट) असें म्हणतात.

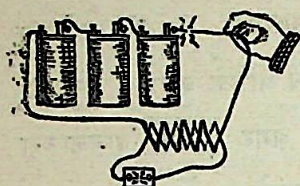
हा विजेचा प्रवाह तीन प्रकारें उत्पन्न करितां येतो. (१) रासायनिक क्रियेनें, (२) घर्षणानें अगर शक्ति खर्च करून, (३) चुंबकाचे योगानें.

पहिला प्रकार—रासायनिक क्रियेनें प्रवाह उत्पन्न करणें व तो नेहमींच्या प्रचारांतील असतो. कोणत्याही दोन निरनिराळ्या धातूंचें

तुकडे, उदाहरणार्थ तांब्याचा तुकडा व जस्ताचा तुकडा, काचेच्या बरणीवजा पात्रांत अॅसिडमिश्रित पाण्यांत अर्धे अधिक बुडवून त्यांच्या पाण्याबाहेर असणाऱ्या टोंकास तांब्याच्या अगर दुसऱ्या वाहकाच्या तारेनें जोडावें. म्हणजे तांब्याच्या पाण्यांत बुडालेल्या टोंकापासून प्रवाह निघून जस्ताच्या पत्र्याकडे पाण्यामधून वाहत जातो व जस्ताच्या बाहेरील टोंकांतून ऋणविद्युत् प्रवाहाच्या म्हणजे इलेक्ट्रॉन्सच्या रूपानें बाहेर पडून तांब्याच्या बाहेरील टोंकांत शिरतो, व तेथून पुन्हा तांब्याच्या बुडापावेतों जाऊन पोंचतो. अशा या वर्तुलास वैजिकसरणी असें म्हणतात व यांपैकीं जस्ताच्या बाहेरील टोंकास ऋणाग्र व तांब्याच्या बाहेरील टोंकास धनाग्र म्हणतात. या सरणीपैकीं जोडणाऱ्या तारेस कोठेंही तोडल्यास जस्ताच्या बाजूस जडलेल्या तुकड्यातून ऋणविद्युत् वाहते. व तांब्याला जोडलेल्या तारेच्या तुकड्यांतून धनविद्युत् वाहते असें म्हणण्याचा प्रघात आहे. या प्रकारच्या जोडणीच्या साधनास पूटक (Cell) असें म्हणतात (आकृति १४ पहा.) वरील पुटकांत तांब्याच्या पत्र्याऐवजीं कार्बनचा पत्रा किंवा सळई यांचा उपयोग केल्यास हेंच कार्य घडून येतें. मात्र अशा वेळीं पाणी घातलेल्या सल्फ्यूरिक अॅसिडाच्या ऐवजीं नवसागराचें पाणी घालावें लागतें.


(आकृति नं. १४)

अशा एक किंवा अधिक पुटकांनीं बनलेल्या संघास 'बॅटरी'



अगर 'विजेरी' असें म्हणतात (आकृति १९ पहा.) अशा विजेरीमधून जो प्रवाह उत्पन्न होतो त्यास वैजिक प्रवाह (Electric Current) म्हणतात.



तसेंच जस्ताच्या पत्र्याच्या बाहेरच्या बाजूच्या टोंकास ऋणाग्र व तांब्याच्या पत्र्याच्या टोंकास धनाग्र अशी भाषा आज पावेतों विजेच्या

(आकृति नं. १९) प्रवाहासंबंधानें वापरीत आले आहेत.

अलिकडील नवीन शास्त्रीय शोधामुळें व पदार्थाच्या अणूचे घटक बीजक व धानक यांच्याबद्दल सर्व गोष्टींचा शोध लागला असल्यानें या वर नमूद केलेल्या जस्ताच्या टोंकांस, ज्यास आपण ऋणाग्र ह्मटलें आहे, त्यांतून फक्त या बीजकांचा ह्मणजे ऋण विजेच्या बनलेल्या कणांचा प्रवाह या वाहक तारेंतून तांब्याच्या टोंकांकडे म्हणजे धनाग्राकडे एकसारखा चालू असतो, असें सिद्ध झालें आहे. अशा बीजकांच्या प्रवाहानेंच विजेचा प्रवाह बनलेला असतो. याच विजेच्या प्रवाहानें प्रकाश देणारे दीप (इलेक्ट्रिक लाइट), ट्रॅमगाड्या व यंत्रें वगैरे चालतात. मूल तत्वाच्या संयुक्त पदार्थांचें पृथक्करण करणें व लोखंडास लोहचुंबक बनवून त्याजकडून शक्ति उत्पन्न करून आगगाड्या चालविणें तारायंत्रासारखे संदेश पाठविण्याचें काम करणें अगर टेलीफोन सारख्या यंत्रानें वाटेल तितक्या अंतरावर ध्वनि उत्पन्न करणें वगैरे कामें आज मनुष्यप्राणी विजेकडून करून घेत आहे. तसेंच रेडिओ, बिनतारी संदेश, बोलपट (Talkies) व वाटेल

तितक्या अंतरावरील देखावा दाखविणारें दूरदर्शक यंत्र (television) वगैरे कार्यें घडवून आणणें याच विजेच्या प्रवाहाच्या मदतीनें तारेच्या जोडणीशिवाय साध्य झालें आहे. वैजिक कर्षक लहरी Electro-magneticwaves उत्पन्न करण्याकरितां याच विजेच्या प्रवाहाचा यातायात प्रकार मुख्यत्वें उपयोगी पडतो.

दुसरा प्रकार—विद्युत प्रवाह घर्षणानें किंवा शक्ति खर्च करून उत्पन्न होतो पुष्कळ शक्तिमान वैजिकप्रवाह उत्पन्न करणें झाल्यास तो विजेरीच्या रासायनिक क्रियेनें उत्पन्न न करितां डायनामोनें करितां येतो, जितक्या जास्त यांत्रिक शक्तिचा उपयोग करितां येईल तितका जास्त ऊर्जाचा (voltage) ह्मणजे सामर्थ्याचा प्रवाह उत्पन्न करितां येतो. अशा डायनामोची माहिती पुढें येणार आहे.

विद्युतप्रवाह उत्पन्न करण्याचा तिसरा प्रकार ह्मणजे उष्णतेच्या योगानें उत्पन्न केलेला प्रवाह होय. याचा उपयोग क्वचितच होतो. निर्वात केलेल्या काचेच्या पोकळ गोलकातून विशिष्ट विद्युद्दीपाचें तंतुवलय (filament) तापविल्यानें त्यांतून वीजकांचा प्रवाह उत्पन्न होतो. त्यासही उष्णतेनें उत्पन्न केलेला विद्युत्प्रवाह ह्मणतां येईल. निरनिराळ्या धातूंची टोंकें जडवून त्या जडलेल्या सांध्यांस उष्णता लावावी ह्मणजे दुसऱ्या दोन टोंकांना वाहकाची तार जोडल्यानें त्यांतून विजेचा प्रवाह उत्पन्न होतो. विशिष्ट विद्युद्दीपाविषयीं जास्त माहिती पुढें येईल.

विजेचा प्रवाह मुख्यत्वेंकरून तीन प्रकारचा असतो. (१) सातत्याचा किंवा सरळप्रवाह (Direct current) (२) उत्सेधी प्रवाह

(Pulsating current) (३) यातायातिक प्रवाह (Alternating curreng).

(१) सरळप्रवाह (Direct current or.D.C.) हा प्रवाह विजेरीच्या (Battery) अगर डायनामोच्या (Dynamo) साहाय्यानें उत्पन्न करितां येतो.

(२)उत्सेधी प्रवाह-(Pulsating current) सरळ प्रवाहाप्रमाणेंच विजेरीच्या अगर डायानामोच्या साहाय्यानें एकाच दिशेनें परंतु मध्येंच पूर्ण थांबून चालू राहातो व पुन्हा थांबतो, अशा क्रमानें नाडीच्या प्रवाहाप्रमाणें वहाणारा तो उत्सेधी प्रवाह होय.

(३) यातायातिक प्रवाह (Alternating current or A.C.) हा प्रवाह एका सेकंदांत अनेक वेळां एकदां एका दिशेनें वाहणारा तर दुसऱ्यांदा उलट दिशेनें वाहणारा असतो. डायनामो म्हणजे सरळ प्रवाह उत्पन्न करणारा व आल्टरनेटर म्हणजे यातायातिक प्रवाह उत्पन्न करणारा; या यंत्राकडून विजेचा प्रवाह उत्पन्न करण्याचें कार्य कसें होतें हें आपणांस सविस्तर रीतीनें समजून घेतलें पाहिजे. तसेंच लोहचुंबकाचे गुणधर्म, आणि ज्या तारेंतून विजेचा प्रवाह वाहतो त्या तारेजवळ लोहचुंबक आणिल्यास अगर दूर नेल्यास त्याचे काय परिणाम होतात, हें आपण पाहिले पाहिजे.

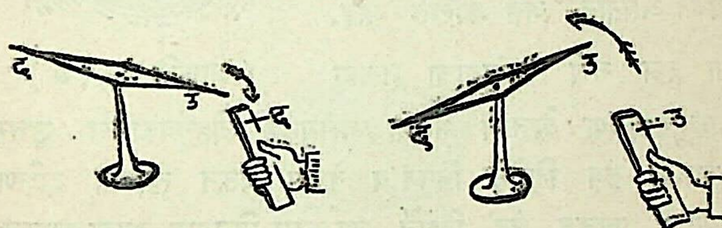
विद्युत्‌दीप



५ लोहचुंबक

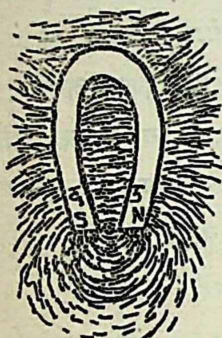
लोहचुंबक हा पदार्थ सर्वांना माहीतच आहे. तो नैसर्गिक अथवा कृत्रिम असतो. अशोधित लोखंडाचा विशिष्ट प्रकारचा मृष्टींत बनलेला दगड (Magnetite) हा नैसर्गिक चुंबक होय. त्यांतील गुणधर्म कृत्रिम लोहचुंबकाचे गुणधर्माप्रमाणेंच असतात. कोणताही लोहचुंबक अधांतरी आडवा टांगल्यास त्याचें एक टोंक (उत्तरध्रुव) उत्तरदिशा दाखविते व दुसरे (दक्षिणध्रुव) दक्षिण दिशा नमते होऊन दाखविते. चुंबक कितीही ल्हान असला तरी त्याचीं दोन्हीं टोकें दोन ध्रुवें असतात.

दिक्सूची (होकायंत्रांतील एका उभ्या दांड्याच्या टोकावर बसविलेला लोहचुंबकाचा आडवा कांटा) ही कृत्रिम चुंबकाचीच बनविलेली असते. अशा दिक्सूची (मॅग्नेटिक नीडल) खालील आकृतींत दाखविल्या आहेत.



एका चुंबकाचे उत्तरध्रुव दुसऱ्या चुंबकाचे दक्षिण ध्रुवास आपल्याकडे खेंचते; उत्तरध्रुव उत्तरध्रुवास व दक्षिणध्रुव दक्षिणध्रुवास दूर सारिते. वरील आकृती पहा.

नेहमीं आपल्या पाहण्यांत येणाऱ्या नालासारख्या आकाराचा लोहचुंबक असो अगर लोहचुंबकाची कांब असो, (आकृति १६ व १७ पहा.) त्याच्या उत्तरध्रुवापासून व दक्षिण ध्रुवापासून सतत कर्षुकरेषा (Magnetic Lines) निघत असतात. त्या दोन्हीं टोंकाशेजारीं लोखंडाचा तुकडा आणिल्यास त्याला तीं ओढून घेत असतात. कर्षुकरेषा आपणांस कोणत्याही तऱ्हेनें दृश्य नसतात, तरी या लोहचुंबकापुढें लोखंडाचा कीस पसरला असतां सर्व कण लोहचुंबक होऊन, कर्षुक रेषेच्या दिशेनें (आकृति १६ व १७ पहा.) किसाच्या रेषा बनून राहतात व यामुळें रेषांची दिशा व्यक्त होते. लोहचुंबकाची ओढण्याची क्रिया ज्या दिशेनें चालू असते, त्याच दिशेनें ह्या कर्षुकरेषा निघत असतात, असें कल्पिलें आहे.



(आकृति नं. १६)

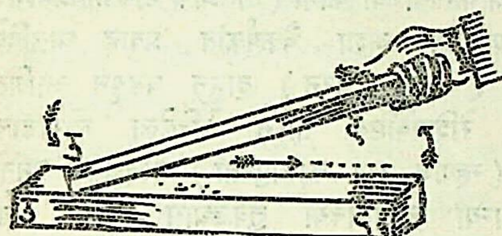


(आकृति नं. १७)

ह्या रेषा जरी लोखंडाचा तुकडा लोहचुंबकाच्या शेजारीं नसला तरीसुद्धां लोहचुंबकाच्या उत्तर ध्रुवाच्या लंब दिशेनें निघून व वळण घेऊन त्याच्या दक्षिण ध्रुवाकडे जाऊन लंब दिशेनें त्या कशा मिळतात, ह्याचा खुलासा वरील आकृतीकडे पाहिलें असतां होणार आहे. त्या रेषांमध्यें लोखंडास आपल्याकडे ओढून घेण्याची शक्ति असते. ही दोन्हीं ध्रुवांतील निघणाऱ्या कर्षुकरेषांची शक्ति लोखंडास सारख्याच प्रकारानें खेंचते,

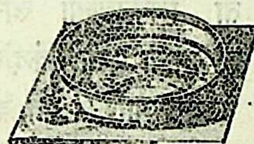
परंतु त्यास असें खेंचल्यावर त्या लोखंडास (जोंपर्यंत हें त्यास चिकटलेलें असतें तोंपर्यंत)ती लोहचुंबक बनवितें.

लोहचुंबकाचे कांबीवर पोलादाच्या कांबीच्या एका टोकानें एका ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापावेतों पुष्कळ वेळां परंतु एकाच दिशेनें घासल्यास चुंबकाचें चुंबकत्व कमी न होतां पोलादाच्या तुकड्याला कायमचा लोहचुंबक बनवितां येतें. (आकृती १८ पहा) लोहचुंबकाची



(आकृती १८)

ही शक्ति इतर धातूंस आपणांकडे खेंचीत असल्याचें दिसत नाहीं तरी त्यांच्यावर तिचा कांहीं निराळया प्रकारचा परिणाम अल्प प्रमाणानें घडत असतोच.

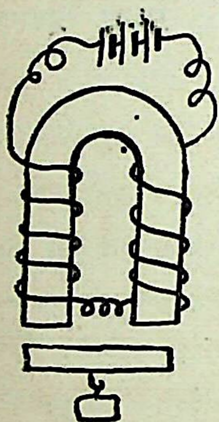


होकायंत्र

६ वैकर्षक

(Electro-magnet)

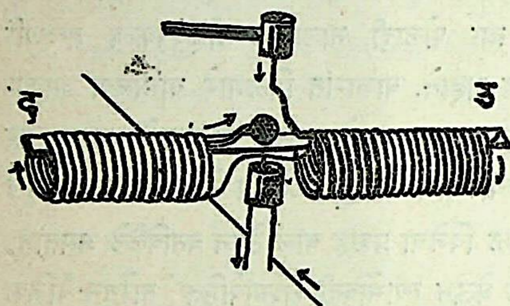
कोणत्याही वाहक धातूच्या रेंशिमानें वेष्टिलेल्या (Insulated) तार तून विजेचा प्रवाह वाहावयास लाविला व अशी तार शुद्ध लोखंडाच्या सळईभोंवतीं गुंडाळलेली असली तर—मग त्या सळईचा आकार सरळ असो अगर नालाचा असो— जोंपावेतों त्यांतून विजेचा प्रवाह चालू असतो तोंपर्यंत त्या लोखंडास लोहचुंबकाचें स्वरूप येतें. त्यास वैकर्षक (Electro-magnet) म्हणतात, व त्याचा उपयोग वाटेल तितक्या अंतरावर संज्ञा उत्पन्न करण्याच्या कामीं (टेलिग्राफ टेलिफोनप्रमाणें) होतो; एका क्षणांशांत अशा वैकर्षकांत प्रवाह घालविणें अगर बंद करणें हें कळ (बटन) दाबून घडवून आणितां येतें व यामुळें रेशिमवेष्टित तारेनें वेढिलेला लोखंडाचा नाल तात्कालिक (म्हणजे त्या कालापुरता) लोहचुंबक बनतो, व शेजारीं असणाऱ्या लोखंडाच्या तुकड्यास त्यास अडकविलेल्या वजनासह तो अपाणाकडे खेंचून घेतो; (आकृती १९ पहा.) तसेंच तारेंतून प्रवाह वाहण्याचें बंद केल्यावर लोखंडाच्या नालातील लोहचुंबकत्व नाहींसें होऊन तो चिकटलेल्या लोखंडास सोडून देतो. ही क्रिया एका सेकंदांत वाटेल तितक्या वेळां घडवून आणितां येतें. वरील प्रकारें लोखंडाच्या सळईच्या नालाभोंवतीं विजेचा प्रवाह चालू असतांना मात्र तींत जी लोहचुंबक शक्ति उत्पन्न होते तीसच "इलेक्ट्रो—मॅगनेटिझम" वैकर्षकत्व म्हणतात.



(आकृति नं. १९)

शुद्ध लोखंडाच्या जागीं पोलादाची सळई अगर नाल घेतला व त्याभोंवती रेशीम वेष्ठित तारेतून विजेचा प्रवाह घालविला तर ती पोलादी नाल लोहचुंबक बनतोच, परंतु जरी तारेतून जाणारा विजेचा प्रवाह बंद केला तरी त्या पोलादी नालांतील लोहचुंबकत्व तत्क्षणीं नाहींसे न होतां तसेच राहाते. बाजारांत मिळणारे नालाच्या आकारानें जे कृत्रिम लोहचुंबक असतात ते अस्सल पोलादाचे असून वर सांगितलेल्या क्रियेनें त्याच्याभोंवती गुंडाळलेल्या रेशिमवेष्टित तारेतून एकसारखा पुष्कळ वेळ विजेचा प्रवाह चालू ठेवून बनविलेले असतात. शुद्ध लोखंडाचा नाल घेऊन त्याभोंवती रेशिमवेष्ठित तारेंतून वैजिक प्रवाह घालविल्यास तो वैकर्षक बनतो, व अशा प्रकारचा वैकर्षुक ह्मणजे लोहचुंबक वाटेल तितका सामर्थ्यवान बनवितां येतो. ज्या मानानें कमी अधिक ऊर्जाचा अगर सामर्थ्याचा वैजिक प्रवाह असेल अगर प्रवाह वाहणाऱ्या तारेच्या वेढ्यांची संख्या कमीजास्त असेल त्यावर बनणाऱ्या लोहचुंबकाचे सामर्थ्य अवलंबून असतें. कितीही सामर्थ्यवान बनलेल्या वैकर्षुकानें उचलून धरलेलें लोखंडाचें वजन त्यांतील प्रवाह बंद केल्याबरोबर त्याचें लोहचुंबकत्व नष्ट झाल्यानें, त्यापासून सुटून पडते असें आपणांस प्रयोगानें पाहतां येतें, व मोठ्या वजनाचा लोखंडी घण या वैकर्षुकाच्या योगानें पुष्कळ उंचीवर उचलून नेऊन एकदम त्यास सोडून दिल्यानें त्याच्या वजनानें जोराचा ठोका उत्पन्न करितां येतो. वरील प्रकारच्या वैकर्षुकामध्यें जो लोहचुंबकत्वाचा गुण येतो, तो रेशिमवेष्ठित तारेच्या वेढोळ्यामधून वाहणाऱ्या विजेच्या प्रवाहामुळेंच होय. मेणबत्तीच्या दिव्यामध्यें अस-

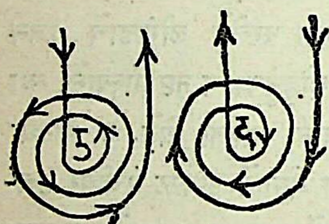
णाऱ्या स्प्रिंगसारख्या रेशिमवेष्ठित तारेच्या स्प्रिंगमधून वैजिक प्रवाह घालविल्यास त्या सबंध स्प्रिंगमध्यें लोहचुंबकाचा गुण येतो. अशा नुसत्या स्प्रिंगवजा वैकर्षुक वलयास सॉलेनॉइड असें ह्मणतात.



(आकृति नं. २०)

ह्या वलयांतून विजेचा प्रवाह जात असतां, तें अधांतरी समतोल टांगल्यास दिग्सूचीप्रमाणें उत्तर व दक्षिण दिशांकडे स्थिर होऊन राहातें. (आकृति २० पहा.)

वर सांगितल्याप्रमाणें उत्पन्न केलेल्या वैकर्षुकाचीं टोंकें उत्तर व दक्षिण ध्रुव बनतात. उत्तर ध्रुवाभोंवतीं विजेच्या प्रवाहाचा वेढा घड्याळाच्या कांट्यांच्या गतीच्या उलट दिशेनें जात असतो, व दक्षिण ध्रुवाभोंवती सुलट दिशेनें जात असतो. (आ० अ ब पहा) वरील क्रिया घडून येणें ह्मणजे लोखंडाच्या ठिकाणीं चुंबकत्व उत्पन्न होणें हें, तारेंतून जाणाऱ्या विजेच्या प्रवाहाच्या भोंवतीं जें एक चुंबकत्वाचें क्षेत्र उत्पन्न होत असतें, त्यावर अवलंबून असते. नुसत्या तारेतून वैजिक प्रवाह जात असतां, त्या प्रवाहाच्या लंब दिशेनें एकामागून एक वर्तुलाकार चुंबकक्षेत्र नेहमींच उत्पन्न होत असते. विजेच्या प्रवा-



(आ. अ व व)

हाचा व चुंबकत्वाचा जो निकट संबंध आहे तो येथेंच आहे येवढेंच नव्हे तर एकमेकांची उत्पत्ती एकमेकापासून असते. चुंबकक्षेत्रातून वाहकाची तार कर्षुकरेषांना कापीत नेल्यास जसा त्या तारेंत वैजिक प्रवाह उत्पन्न होतो तसे तारेंतून विजेचा प्रवाह सुरू झाला असतां त्या प्रवाहाच्या लंब दिशेनें चुंबकक्षेत्र उत्पन्न होतें. यावरून असें सिद्ध झालें आहे कीं, चुंबकत्व व विद्युत्प्रवाह हीं एकमेकांच्या शक्तीचीं रुपांतरे होत.

वरील प्रकारच्या वैकर्षुकाचा उपयोग करून लोखंडास लोहचुंबक बनवून घंटेच्या ठोक्याच्या दांड्यास मागेपुढें हलवावयास लाविल्यानें वैजिक घंटा बऱ्याच अंतरावरून वाजवितां येतें. अशा प्रकारची ही एक विजेची घंटा आहे. (आकृति २१ पहा.) त्यांत एका लहान पट्टीस जडलेले लोखंडाचे दोन तुकडे असून त्यांचेंभोंवती रेशिम वेष्टित तार गुंडाळलेली आहे, हाच घंटेतील वैकर्षक होय. रेशिम वेष्टित तारेचें एक टोक कला जोडलेले आहे.

(आकृति नं. २१)

ह्यातील घंटेस वाजविणारा ठों हा ठोका मागेपुढें झाल्यानें घंटा वाजते. हा ठोका प ह्या लोखंडी पट्टीस जोडलेला आहे, व ही पट्टी सहजनशा स्प्रिंगमुळें स्क्रुचें टोकास चिकटून राहाते.



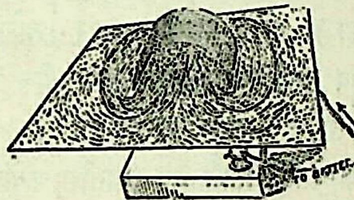
हें विजेरीचें चिन्ह आहे. लहान जाडी रेघ ऋणाग्र व मोठी रेघ धनाग्र दाखवितात.

घनाग्रापासून निघालेला विजेरीचा प्रवाह चालूं केला असतां विजेच्या प्रवाहाची सरणी सुरुं होते. स्क्रु, स्प्रिंग, व पट्टी यातून प्रवाह क कडे जाऊन रेशिम वेष्ठित तारेंत जातो. असा प्रवाह लोखंडाच्या तुकड्यां-भोंवती चालूं असतां तो प्रवाह लोखंडास लोहचुंबक बनवीत असल्यानें स्क्रुशं चिकटून असलेल्या 'प' या लोखंडाच्या पट्टीला वैकर्षुकाचीं दोन्ही ध्रुवें आपणाकडे खेंचून घेतात. असें झाल्याबरोबर पट्टीचा व स्क्रुचा संबंध तुटतो, ह्मणजे सरणी बंद पडते, व ती बंद पडल्यानें त्या वैकर्षुकांतील लोहचुंबकत्व नष्ट होते, व तें नष्ट झाल्याबरोबर 'प' या खेंचन घेतलेल्या पट्टीस तो सोडून देतो; पट्टी सुटी झाल्यामुळें स्क्रुस जाऊन चिकटते. तिचा स्क्रुला स्पर्श होतांच त्यांतून वाहत असलेला प्रवाह पुन्हा चालू होऊन वैकर्षुकाचीं दोन्ही ध्रुवें 'प' या पट्टीस आपणाकडे ओढून घेतात व प्रवाह बंद पडल्यावर 'प' या पट्टीस सोडून देतात. असें या पट्टीचें एकदां ध्रुवांस चिकटणें व एकदां त्यांना सोडून स्क्रुस चिकटणें अशी क्रिया चालू राहते. त्यामुळें या पट्टीच्या टोंकांस जडविलेला 'ठो' हा ठोका घंटेवर आपटतो, व सुरु होतो. याप्रमाणें घंटा घण् ऽऽ घण् वाजते. ही क्रिया विजे-रीच्या प्रवाहाच्या साहाय्यानें दरवाज्याजवळील कळ दाबून, दूर असलेल्या घंटेस जोडलेल्या तारेंत प्रवाह उत्पन्न करून घडवून आणितां येतें.

वर वर्णन केलेल्या विजेच्या घंटेतील घंटा काढून टाकून हें यंत्र कोणतेही विजेच्या सरणीमध्यें जोडिलें तर या सरणींत विजेचा प्रवाह चालू आहे कीं मुळींच बंद आहे हें ओळखितां येण्याचें साधन बनतें; कारण, प्रवाह चालू असल्यास तो यंत्रांतील 'प' ह्या पट्टीस

एका सेकंदांत पांच पन्नास वेळां मागें पुढें हलवाक्यास लावीत असल्यानें पट्टींतून झर्रर असा आवाज निघू लागतो; सरणींत प्रवाह मुळींच चालूं नसल्यास पट्टी स्क्रुस चिकटलेलीच राहते व मुळींच आवाज निघत नाहीं. झर्रर असा अवाज निघत असल्यानें ह्या साधनास बझर (buzzer) असें म्हणतात.

तसेंच या यंत्रांतील मागें पुढें होणाऱ्या पट्टीच्या योगानें विजेरीतून वाहाणारा सरणींतील प्रवाह पाहिजे तितक्या वेळा चालू करणें अगर बंद करणें हेंही करितां येतें. म्हणून वैजिकविभावनवलयांत (inductoin coil) त्याचा उपयोग केलेला असतो. या करितां त्यास जोडतोडच्या (interrupter or vibrator) असें म्हणतात.

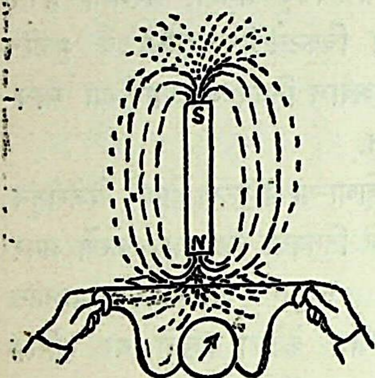


क‍ुकंक्षत्र

६ कर्षुक उद्भावन

(Magnetic Induction)

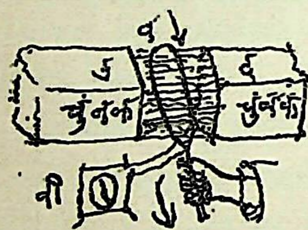
कोणत्याही धातूची तार किंवा तारेचें वलय, अथवा आयत, लोह-



(आकृति २२)

चुंबकाच्या ध्रुवांपासून निघणाऱ्या ह्याच कर्षुक रेषांना कापीत नेल्यास, त्या तारेंत किंवा वलयांत विजेच्या प्रवाहाचे कण उत्पन्न होतात. उत्तर ध्रुवापुढून जाणाऱ्या वलयांत ऋणप्रवाहाचे कण व दक्षिण ध्रुवापुढून जाणाऱ्या वलयांत धन प्रवाहाचे कण उत्पन्न होतात, हें आपणांस वीजादर्शकास (Galvanometer) अशा वलयांची दोन्हीं टोंकें जोडून पाहतां कळून येतें. (आकृती २२ अ पहा) तसेंच वलयास अगर तारेस स्थिर ठेऊन त्यापुढून कर्षुकाचे ध्रुव हलविल्यास उत्तर ध्रुवापुढील तारेंत ऋणकण व दक्षिण ध्रुवापुढील तारेंत धनकण उत्पन्न होतात.

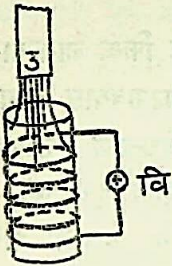
सारांश लोहचुंबकाचे कोणतेही ध्रुव त्यांतील कर्षुक रेषा कापल्या जातील अशा रीतीनें वाहकाच्या (Conductor) वलयापुढून



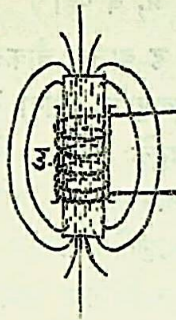
(आकृती २२ अ)

घालविल्यास अथवा लोहचुंबकापुढून वलय मागेंपुढें हलविल्यास अशा वलयांत प्रवाह उत्पन्न होतो, (आकृती २२ अ पहा) व तो वलयांकडून जितक्या कमीअधीक रेषा कापल्या जातील तितका कमीअधीक जोराचा

असतो. वलयाच्या मधील पोकळींत ध्रुव मागेंपुढें सरकवण्यानेंही उलटसुलट विजेचा प्रवाह उत्पन्न होत होत वाढतो अगर कमी होतो व तो निरनिराळ्या ध्रुवांच्या टोकांच्या हालण्यानें उलटसुलट वाहणारा उत्पन्न होतो. (आकृती २२ ब व क पहा) यासच कर्षुक-उद्भावन (Magnetic Induction) असें म्हणतात. यात्र



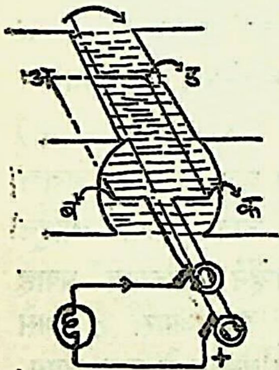
(आकृती २२ ब)



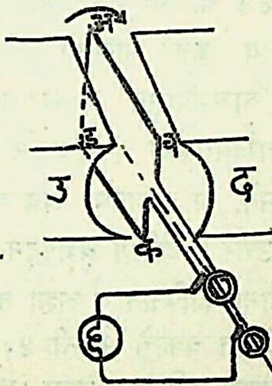
(आकृती २२ क)

तत्वाच्या मदतीनें प्रवाह उत्पन्न करण्याचें जें यंत्र त्यास डायनॅमो (Dynamo) असें म्हणतात. डायनॅमोमधील चुंबकांचे ध्रुवांपुढून फिरणारे आरमेचर कसे बनवितात हें खालीं दिलें आहे.

ज्यास आपण वर तारेचें वलय म्हटले आहे त्याचे ऐवजीं तारेचें चौकटीवजा अ ब क ड हे आयत बनविलेले आहे. व ते असें कीं, त्याची ब क बाजू ही तारेची दोन्हीं टोकें जवळजवळ आणिल्यानें बनलेली असते व



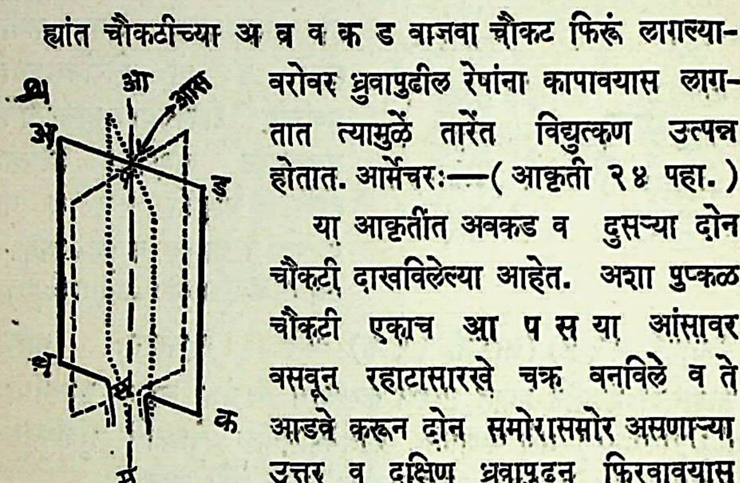
(आकृती २३ अ)



(आकृती २३ ब)

तीं टोकें एक आसाला व दुसरें आसापासून सुटे असणाऱ्या कड्याला चिकटलेली असतात. (आ. २३, अ, ब पहा)

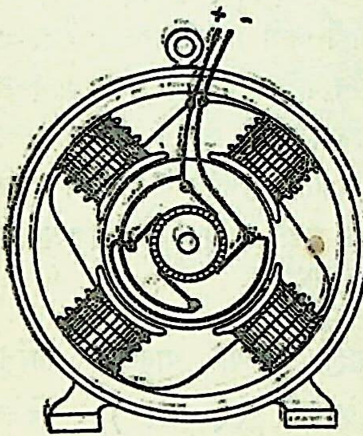
ह्यांत चौकटीच्या अ ब व क ड बाजवा चौकट फिरूं लागल्याबरोबर ध्रुवापुढील रेषांना कापावयास लागतात त्यामुळें तारेंत विद्युत्कण उत्पन्न होतात. आर्मेचर:—(आकृती २४ पहा.)



(आकृती नं. २४)

या आकृतींत अबकड व दुसऱ्या दोन चौकटी दाखविलेल्या आहेत. अशा पुष्कळ चौकटी एकाच आ प स या आंसावर बसवून रहाटासारखे चक्र बनविले व ते आडवे करून दोन समोरासमोर असणाऱ्या उत्तर व दक्षिण ध्रुवापुढून फिरवावयास लाविले म्हणजे त्यासच आर्मेचर म्हणतात. वर पहा आ. पा. ४७ या सर्व चौकटी एकाच आंसाभोंवती फिरतात, व ह्यांतील अब व कड सारख्या बाजवा दुसऱ्या चौकटीच्या त्याच प्रकारच्या बाजवांपासून अलग बसविलेल्या असतात व मधील पोकळी लाखेसारख्या निरोधकानें (Non Conductor) भरून काढलेली असते. या चक्राच्या अब व कड सारख्या बाजवा बाजूस असणाऱ्या उत्तर व दक्षिण ध्रुवापुढून जात असता त्यातून निघणाऱ्या कर्षकरेषाना कापितात व अशा तऱ्हेनें त्यांच्यात प्रवाह उत्पन्न होतो. ह्या यंत्रांत चक्राचे भोंवती ४, ६, अगर ८ असे एका आड एक असणारे दक्षिण व उत्तर ध्रुव बसवून हे चक्र त्यामधून फिरवितां येईल अशी योजना करितां येते. व त्याप्रमाणें जितकी

ध्रुवाची संख्या असेल तितक्या पटींचा प्रवाह उत्पन्न करून धनप्रवाह वाहणारी टोंकें आंसास स्पर्श करितात व ऋणाची टोंके आसावरील असणाऱ्या निरोधकाच्या कड्यांवर बसविलेल्या धातुच्या अर्धवर्तुलाकार पट्टीस स्पर्श करतील, अशी बसविलेली असतात. (आ. २९ पहा) ह्या आकृतींतील यंत्रांत २ उत्तर व २ दक्षिण अशी ४च ध्रुवें दाखविलीं आहेत) ह्यासच डायनामो म्हणतात व यापासून सरळप्रवाह (D. C.) उत्पन्न करितां येतो. तसेंच आर्मेचरच्या प्रत्येक फेरीचेवेळीं दक्षिण ध्रुवापुढून व उत्तर ध्रुवापुढून निघणारा प्रवाह निरनिराळा वाहूं दिल्यास याच यंत्रांतून एकदा एका दिशेनें वाहणारा व दुसऱ्याच क्षणीं उलट वाहणारा असा यातायात (A. C.) प्रवाह उत्पन्न करतां येतो. अशा वेळीं ह्यास आल्टरनेटर म्हणतात. हे आर्मेचर चक्र जितक्या जोरानें ध्रुवांपुढून फिरविले जाईल तितक्या जोराचा प्रवाह त्यांतून उत्पन्न करितां येतो.



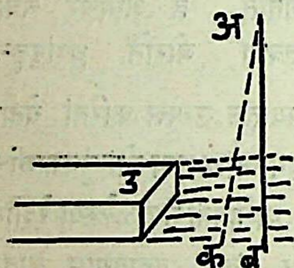
(आकृती नं. २९)

वर लिहिलेली चुंबकाची ध्रुवे ही कायम असणाऱ्या लोहचुंबकाचीच असली पाहिजेत असें नाहीं; हे लोहचुंबक त्याभोंवती गुंडाळलेल्या रेशीम वेष्ठित तारेतून विजेरीनें उत्पन्न केलेला प्रवाह वहावयास लावून वैकर्षुक (इलेक्ट्रो मॅग्नेट) बनविलेले असेंही असतात. हेंच विजेचा

प्रवाह उत्पन्न करणारें डायनॅमो नावाचें यंत्र होय. या यंत्रांत आंसास बाहेरील शक्ति न लावितां जर आसावर असणाऱ्या तारेच्या चौकटींत बाहेरील उत्पन्न केलेला विजेचा प्रवाह घालविला तर हेंच आर्मेचर आपल्या आंसांभोंवतीं ध्रुवाच्याकर्षुक रेषांनीं आकर्षिलें गेल्यानें आपल्या ठिकाणीं फिरावयास लागून त्यापासून शक्ति उत्पन्न करितां येते व अशा वेळीं ह्या यंत्रास ' मोटार' म्हणतात.

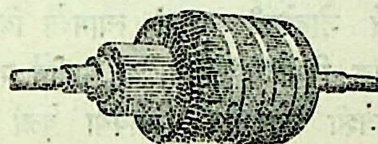
यावरून सहज लक्षांत येईल कीं शक्ति (मग ती वाफेची वाऱ्याची अगर पाण्याची कोणतीही असो) आर्मेचरच्या सहाय्यानें विजेचा प्रवाह उत्पन्न करिते; तसेंच बाहेरचा विजेचा प्रवाह आर्मेचरांत घालविल्यास त्या आर्मेचरास फिरावयास लावून शक्ति उत्पन्न करितां येते; म्हणजे विजेचें रूपांतर शक्तींत व शक्तीचें रूपांतर विजेंत करितां येतें. हे कार्य कशानें घडते ह्याविषयीं खालील प्रयोगाकडे पाहिले असतां लक्षांत येणारे आहे.

लोखंडाच्या किंवा कोणत्याही दुसऱ्या धातूच्या तारेंतून (आकृति २६ पहा) विजेचा सरळ प्रवाह चालू आहे अशी अ ब तार लोहचुंबकाच्या उत्तरध्रुवाच्या टोंकापुढें लोंबत असतांना व ' अ ब ' दिशेनें तींत विजेचा प्रवाह वाहत असतांना तो ध्रुव तिला आपणांकडे खेंचून घेतो ह्यामुळें ती अक अशी होऊन राहते. ज्या तारेंतून



(आकृति नं. २६)

विजेचा प्रवाह चालू आहे, अशा तारेंभोंवतीं त्या तारेच्या लंब (आकृति पान ९१वरील पहा.) दिशेच्या पातळींत कर्षुकक्षेत्र (Magnetic Field) उत्पन्न होतें, व त्यामुळें उत्तरध्रुव त्या तारेस आपणाकडे ओढून घेतो अगर दूर फेंकतो. हें कार्य ज्याप्रमाणें त्या तारेंतील प्रवाहाची वाहण्याची दिशा असेल त्याप्रमाणें तो ध्रुव आपणाजवळ त्यातारेस खेंचतो अगर दूर सारितो. या वरील सर्व प्रयोगावरून लोखंडावर अगर इतर धातूंवर परिणाम घडवून आणणाऱ्या लोहचुंबकाची शक्ति आणि वाहकाच्या तारेंतून विजेचा निरनिराळ्या दिशेनें वाहणारा प्रवाह, यांचा एकमेकांशीं नियमबद्ध संबंध आहे असें सिद्ध झालें आहे. विजेच्या प्रवाहाचें मापन तसेंच त्या प्रवाहांतील ऊर्जेचें मापन (व्होल्टेज) व त्यास आड येणाऱ्या निरोधक शक्तीचें मापन हीं सर्व वरील लोहचुंबक व विजेचा प्रवाह यांच्या परस्परांमधील संबंधाच्या योगानें कमीअधिक झालेला जो परिणाम दिसतो त्याच्या धोरणानें बसविलीं आहेत. त्यांची माहिती पुढें येईल.

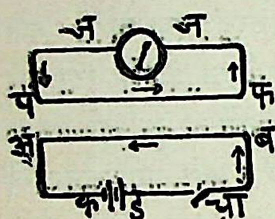


आर्मेचर

८ वैजिक-विभावन.

(Induction)

वैजिक विभावन, प्रयोग १ लाः—(आकृति २७ पहा.) समजा,

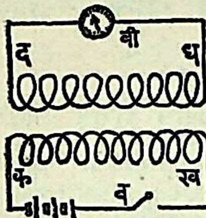


'अ ब' ही तार आहे. तिचीं दोन्हीं टोंकें विजेरीचें ऋणाग्र 'क' व धनाग्र 'ड' यांशी जोडली आहेत, व त्यांतून वैजिक प्रवाह चालू केला आहे. तो बंद करणें हें चा चावीनें करितां येतें. दुसरी

(आकृती नं. २७)

'पफ' ही तार कांहीं अंतरावर समांतर आहे. तिचीं दोन्हीं टोंकें 'ज' या ठिकाणीं विजादर्शक यंत्राशीं (गॅलव्हानी मीटर) जोडलेलीं आहेत. आतां या 'अब' तारेंतून चा चावीनें प्रवाह सुरू करितांक्षणींच एकदांच निघालेला विजेचा एक कण 'प' पासून 'फ' कडे वाहतो असें वीजादर्शक यंत्राच्या सूचीच्या (magnetic needle) हलण्यानें दिसून येतें. तसेंच 'अब' तारेंतून चालू असलेला प्रवाह चा या चावीनें बंद करितांक्षणींच विजेचा एकच कण पूर्वीच्या उलट वाहणारा उत्पन्न होत असल्याचें दिसून येतें. 'पफ' ही तार 'अब' तारेशी कोणत्याही तऱ्हेनें जोडलेली नसतां त्यामध्यें विद्युत्कण उत्पन्न होतात तेंच 'वैजिक-विभावन' होय; चा चावीनें प्रवाह सुरू करणें अगर बंद करणें अशी जोडतोड जितक्या वेळां करितां येईल तितक्या वेळा एकएकच विद्युत्कण उत्पन्न होऊन उलट सुलट बाजूनें वाहातो असें वीजादर्शक यंत्रानें दिसून येतें. ही क्रिया पुढील प्रयोगावरून जास्त समजून येईल.

वैजिक–विभावन, प्रयोग दुसरा:–(आकृति २८ पहा.) समजा, एका रेशीम वेष्टित तारेच्या क ख वेटोळ्याची दोन टोकें विजेरीस जोडली आहेत; 'ब' कळ दाबून धरल्यानें त्यांत प्रवाह वाहविण्यास लावितां येतो, व ती कळ सुटी सोडल्यानें प्रवाह बंद होतो. अशा प्रकारच्या

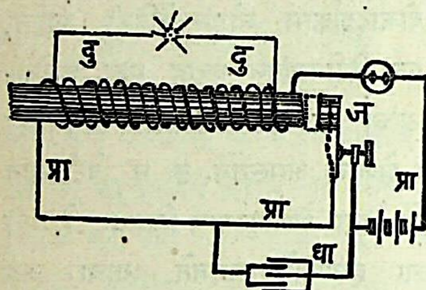


(आकृती नं. २८)

शेजारीं असलेल्या 'दध' या दुसऱ्या वेटोळ्याची दोन्हीं टोंकें वीजादर्शकास जोडून ठेविली आहेत. बटन दाबून 'क ख' ह्या वेटोळ्यांतून प्रवाह सुरू करितांक्षणींच, वरील द ध वेटोळ्यांचा क ख वेटोळ्यांशीं कोणत्याही तऱ्हेनें संबंध नसतां, नुसतें शेजारीं असल्यानें, द ध वेटोळ्यांत विजेचा कण विवक्षित दिशेनें त्या क्षणापुरताच निघतो, हे वी या वीजादर्शकाच्या सूचीच्या हलण्यानें समजते. याचा अर्थ असा कीं तो प्रवाह तसाच चालू राहिला, तरी दध या वळयांत पहिल्यानें निघालेल्या कणाशिवाय दुसरे जास्त कण उत्पन्न होत नाहींत; तसेंच क ख वेटोळ्यांतील बटन सुटें केल्यानें वाहणारा प्रवाह बंद होता, तर त्या बंद करण्याच्या क्षणीं दध वेटोळ्यांतून उलट दिशेनें वाहणारा कण, त्या क्षणापुरताच उत्पन्न होतो; व याप्रमाणें कख वेटोळ्यांतील प्रवाह चालू करणें अगर बंद करणें ही क्रिया नियमित कालांत जितक्या वेळां घडूं शकेल तितक्यां वेळां वरील दध वेटोळ्यांत उलट सुलट दिशेनें वाहणारा प्रवाह उत्पन्न करितां येतो. अशा उलट सुलट वाहणाऱ्या प्रवाहासच यातायातीचा प्रवाह असें म्हणतात.

याप्रमाणें विजेशीं कोणत्याही प्रकारें संबंध न येतां दुय्यम या वेटो-ळ्यांत यातायात प्रवाह(A. C.) सुरू होतो. यासच 'वैजिक विभावन' असें म्हणतात.

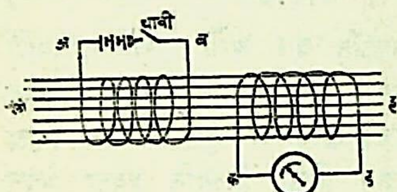
प्रयोग तिसरा:—वरील दुसऱ्या प्रयोगाप्रमाणेंच रेशिम वेष्टित तारेची दोन वेटोळीं (एक बारीक तारेचें व दुसरें जाड्या तारेचें असतें; त्यापैकीं बारीक तारेचें वेटोळें अधीक वेढ्यांचें बनविलेलें असतें.) (आकृती २९ पहा.) घेऊन,



(आकृति नं. २९)

त्यापैकीं जाड्या तारेच्या (Primary Coil) प्रा ह्या प्राथमिक वल्यांतून ज ह्या जोडतोड्याचे सहाय्यानें विजेरीचा प्रवाह चालविला अगर बंद केला असतां, शेजारील बारिक तारेच्या म्हणजे (Secondary Coil) दु ह्या दुय्यम वल्यांतून उलट सुलट दिशेनें वाहणारा यातायातीचा प्रवाह निघतो, व तो बऱ्याच मोठ्या ऊर्जाचा म्हणजे सामर्थ्याचा असतो. तसेंच त्याहूनही जास्त ऊर्जाचा (Voltage) प्रवाह उत्पन्न करणें असल्यास (Primary Coil) प्राथमिक वल्याचे पोटांत, आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें, आडव्या लोखंडाच्या सळया घालून, धा ह्या धारणीचे मदतीनें, तो उत्पन्न करितां येतो (धा ह्या धारणीचा उपयोग काय हे पुढें कळून येणारें आहे); याचें कारण प्राथमिक वल्यांतून

आपण जो प्रवाह वाहावयास लावितों, त्याच्या लंब दिशेनें ज्या कर्षुकरेषा उत्पन्न होत असतात त्या आंतील सळयांना कर्षुक बनवितात; व प्रवाह बंद होत असतां, त्यातील लोहचुंबकत्व नष्ट होऊं लागतें. अशा दोन्ही वेळीं वलयांतील चालू असलेल्या प्रवाहांस कमी-अधिकपणा येतो व त्यामुळें दुय्यम वलयांतील यातायातीच्या प्रवाहांत्रें प्रत्येक यातींतील अगर आयांतींतील ऊर्ज वाढतच जात असतें. अशा रितीनें वैजिक विभावनवलयाच्या साधनानें सामर्थ्यवान ह्मणजे उच्च ऊर्जाचा यातायातीचा प्रवाह उत्पन्न करिता येतो. वरील प्रयोगामध्यें दाखविलेली विभावनाची क्रिया निराळ्या प्रकारानें घडवून आणितां येते; (आकृति ३० पहा) तो प्रकार असाः—



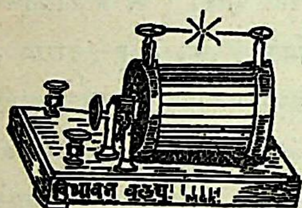
(आकृति नं. ३०)

यांत दोन्ही (अ ब हे प्राथमिक व क ड हे दुय्यम) वलये एकापुढें एक परंतु कांहीं अंतर सोडून त्यात्र लोखंडाच्या ‘ लोह ’ या सळयांचे भोंवतीं चढवून, प्राथमिक वलयांत सरळ प्रवाह घालवून, जोडतोड केली, अगर उत्सेधी किंवा यातायातिक प्रवाह घालविला, व कांहीं वेळानें बंद केला म्हणजे प्रवाहाचा संबंध तोडून टाकला असतां, लोखंडाचे स्वभावधर्माप्रमाणें त्यांतील लोहचुंबकत्व नष्ट होऊं लागते; तें पूर्ण नष्ट होण्यापूर्वीच अ ब या प्राथमिक वलयांत वैकर्षक विभावनानें यातायातिक प्रवाह चालू होतो व त्यामुळें पुन्हां लोखंडाचें चुंबकत्व कमी प्रमाणांत कां होईना पण विजेचा प्रवाह

तोडल्यानंतरसुद्धां पुष्कळ वेळपावेतों रहातोच. त्यामुळें एकदां अ ब या प्राथमिक वलयांत व नंतर क ड या दुय्यम वलयांत परस्पर विभावनानें (म्युच्युअल इंडक्शन्) एका सेकंदांत फारच मोठ्या संख्येच्या यातायातीचा प्रवाह चालूं रहातो.

याच सळयांची दोन्हीं टोकें जोडून चौकट बनवून तिच्या समोरा-समोरील दोन बाजवांवर वलये गुंडाळलीं असतां हेंच कार्य होतें. सळयांचे जागीं पातळ व अरुंद पत्र्यांच्या चौकटी घालून त्यांची एकच चौकट बनवून त्याभोंवतीं वलयें गुंडाळलीं तर त्यासच रोहित्र (ट्रॅन्सफॉर्मर) म्हणतां येईल. याची माहिती पुढें येणार आहे.

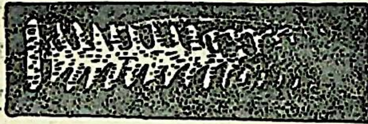
वर वर्णन केलेले वैजिक विभावनवलय (Induction coil) आकृति ३१ मध्यें दाखविल्याप्रमाणें असते. याचे योगानें उत्पन्न केलेल्या उच्च ऊर्जाच्या ऋण व धन विजा एकत्र होऊं दिल्यानें हवेला भेदून जाणारा वाटेल तेवढा सामर्थ्यवान विजेचा प्रकाशमय झोत, ह्मणजे वाटेल त्या लांबीची वैजिक ज्योत (इलेक्ट्रिक स्पार्क) उत्पन्न करितां येते.



(आकृति नं. ३१)

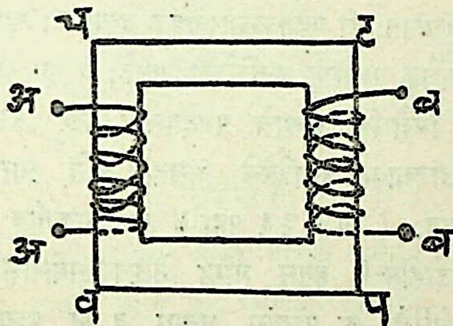
ही विद्युज्जोत, अगर सांठविलेल्या स्थायी ऋण व धन विजांचा संयोग होत असतां उत्पन्न होणारी विद्युज्जोत, एकच आहे. तसेंच आपण ज्यास वीज पडली असें ह्मणतो ती सुद्धां याप्रकारचीच ज्योत होय. परंतु ही ज्योत, दिसते त्याप्रमाणें एकच नसून, अनेक ऋण व

घन विजा यांचा संयोग होत असल्यानें व असंख्य ज्योती एकवटत असल्यानें एकच दिसते. अशा ज्योतींचें छायाचित्र येथें दिलें आहे. (आ. ३२ पहा.)



(आ. नं. ३२)

अशा प्रकारचें कार्य घडवून आणण्यास प्राथमिक वलयांत प्रवाह घालविण्याकरितां विजेरीच्याच प्रवाहाची जरुरी असते असें नाहीं; तर, दुसऱ्या कोणत्याही साधनानें ह्मणजे डायनॅमोनें सातत्याचा प्रवाह उत्पन्न करून, जोडतोडी (Interrupter) उपयोगांत आणून, अगर कोणत्याही तऱ्हेनें वैजिक विभावनानें उत्पन्न केलेल्या यातायातिक प्रवाहाचा उपयोग करून, हें कार्य घडवून आणितां येतें.



ट्रॅन्सफॉर्मर अथवा रोहित्र

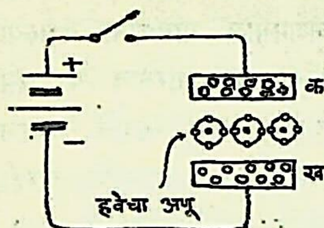
७ धारणी.

(Condenser.)

प्रारण यंत्राचे उपयोगी पडणारी विद्युत् प्रवाहाची जी सरणी (सरकिट) बनवावी लागते तिच्यांत विशिष्ट प्रकारचे गुणधर्म असावे लागतात; व तें तसें घडवून आणण्याकरितां अशा सरणींत रेशिमवेष्टित तारेची कमी अधीक वेढ्यांची वलये (कॉईल), सांठा करणाऱ्या निरनिराळ्या धारणी (कन्डेन्सर), व निरोधन करणारी दुसरी कांहीं साधनें, हीं सर्व गोविलेली असतात. मागे वलयांचे सरणीतील कार्य व त्यांचे वर्णन दिलेच आहे; आपणांस आतां धारणी म्हणजे काय व ती कशी बनविलेली असते व तिचे सरणीतील कार्य कोणते हें पाहिलें पाहिजे.

स्थायी वीज अगर विजेरी पासून किंवा जनक यंत्रानें (डायनॅमो) उत्पन्न केलेली वीज धरून ठेवण्याचे जें साधन त्यासच धारणी (कन्डेन्सर) म्हणतात. ही बहूतकरून वाहक द्रव्याच्या म्हणजे धातुच्या दोन अगर अधिक पत्र्यांची बनविलेली असते; व ह्या दोन पत्र्यांमध्यें हवेचे अगर निरोधक द्रव्याचे पडदे्वजा अंतर ठेऊन ते पत्रें समोरासमोर दांड्यावर बसविलेले असतात व ते सारख्या चौरस मापाचे असतात. (आ० ३३ पहा) ह्या आकृतींत क व ख हे धातुचे पत्रे दोहोमध्यें हवेस जागा ठेऊन समोरासमोर बसविले आहेत व विजेरिचे क पत्र्यांस धनाग्र व ख पत्र्यांस ऋणाग्र जोडण्याची सोय केलेली आहे. अशा रचनेस धारणी हें नाव देतां येईल.

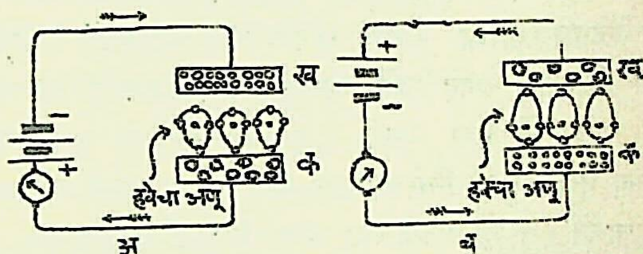
खालील धारणीच्या क व ख पत्र्यावर वीज कशी सांठते हें आतां



(आ. नं. ३३)

आपण पाहूं. विजेरीचा प्रवाह जोडण्याचे पूर्वीं हे पत्रें एकाच धातुचे व सारख्याच मापाचे असल्यानें त्या प्रत्येकावर सुटे असणाऱ्या वीजकांची संख्या सारखीच असते. (आ० ३३ पहा) बहुतेक सर्व धातु आपणामधून विजेस जाऊं देणारे म्हणजे वाहक (कंडक्टर) असतात व ह्याचें कारण हेंच कीं त्यांच्यांत सहज सुटे पडणारे वीजक (Free electrons) पुष्कळ असतात.

वरील आकृतींत दोन पत्र्यांतील अंतर मुद्दाम जास्त दाख-



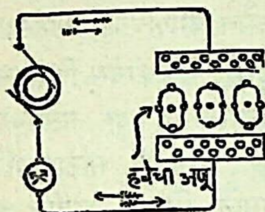
(आकृति नं. ३४)

विलें आहे व हवेचा अणू मोठा, वीजक पोकळ, व धानक भरीव, दाखविले आहेत. अशा ह्या धारणींत विजेरीनें अगर डायनॅमोनें प्रवाह सुरू करतांक्षणीच ख पत्र्यांस ऋणाग्र जोडिले असल्यानें त्याचेवर अधिक वीजक सांचूं लागतात. व अशावेळीं क पत्र्यांतील

वीजक पूर्वीचेच असतात; असें हें ख पत्र्यावर साठलेलें वीजक, त्याच्याजवळ असलेल्या हवेच्या अणूंमधील धानकाना आपल्या बाजूस ओढून धरितात, व वीजकांना दूर सारतात व असे होत होत क पत्र्याशेजारील हवेतील अणू ताणले जाऊन आकृतीं ३४अ मधें दाखविलेले त्यांस रूप येते. याप्रमाणें दोन्ही पत्र्यांमध्यें असणाऱ्या हवेंतील प्रत्येक अणूस रूप येत येत क पत्र्या-वरील धानकांना, शेजारच्या हवेंतील ताणलेल्या अणूमधील वीजक आपले बाजूस रोखून धरितात; व जों जों ख पत्र्यांवर वीजक अधिक सांचू लागतात तों तों क पत्र्यांवरील धानकही ज्यास्त रोखले जातात. या प्रकारें दोन्ही पत्र्यांवरील विरुद्ध असणाऱ्या विजा एक-मेकीस आकर्षित असल्यानें त्या दोन पत्र्यांमध्यें असणाऱ्या हवेमध्यें जेव्हां वैजिक ताण (Electric Strain) उत्पन्न झालेला असतो, त्या वेळेसच धारणी भरलेली म्हणजे वीज साठविलेली (कन्डेन्सर चार्ज केलेली) आहे असें म्हणतात; व अशाप्रकारें जों पावेतो दोन पत्र्यांमध्यें हवा असते, (हवा ही निरोधक द्रव्य आहे व हवेच्या ऐवजी दुसरें निरोधक द्रव्य कांच, कागद, अभ्रक, वगैरें असले तरी चालते) व जों पावेतो त्या पत्र्यांवरील विरुद्ध विजांना एक-मेकींत मिसळूं दिल्या नाहींत, तों पावेतोंच धारणींत वीज सांठलेली राहाते; विजेरीपासून धारणी सुटी केल्यावर, दोन्ही पत्र्यांस वाहकाचे तारेनें जोडून नवीन सरणी (सरकिट) बनवून त्या सांठलेल्या विजेकडून कोणतेही कार्य करून घेतां येते व असें केल्यानें ती धारणी रिकामी म्हणजे डिसचार्ज झाली असें म्हणतात.

वरील प्रयोगात ख पत्र्यास विजेरीचे ऋणाग्र जोडिले आहे. त्या ऐवजी त्यास धनाग्र जोडिल्यास म्हणजे उलट दिशेनें प्रवाह वाहू दिल्यास वरील क्रियेच्या उलट सर्व घडून येते हे सांगणे नकोच.

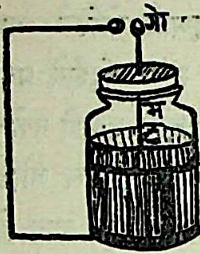
विजेरीचे ऋणाग्र एकदा खस जोडिले व नंतर कस जोडिले असतां हवेतील अणूची स्थिती काय होते हें आपण पाहिलेंच आहे. (आ. ३४ अ व पहा). आतां विजेरीचे ऐवजीं धारणीस आल्टरनेटर लाविला असतां (आ. ३९ पहा) हीच क्रिया वारंवार होऊं लागल्यामुळें क आणि ख पत्र्यांतील हवेमध्यें वैजिक ताण सतत राहतो. प्रवाहास हवेमधून जाणें शक्य नसल्यानें एकदां तो क कडून निघून सरणींतून ख कडे जातो व लगेच ख कडून निघून त्याच सरणींतून क कडे जातो, म्हणजे यातायातीचा प्रवाह वाहतो हे वीजादर्शकाच्या कांट्याच्या दोन्ही बाजूच्या हलण्यानें समजून येते.



(आकृति नं. ३९)

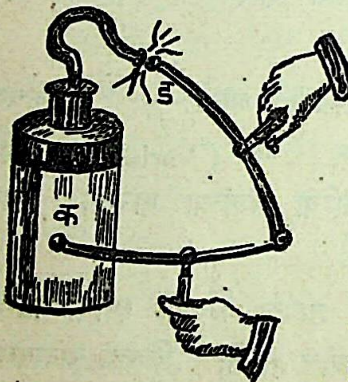
धारणी दोन प्रकारची बनविलेली असते:—(१) अचल (Fixed) ठराविक मापाची; (२) चल (Variable) कांहीं मर्यादेपावेतो साठा कमी अधिक करितां येणाऱ्या मापाची; अचल धारणी बऱ्याच प्रकारच्या असतात.

पहिला प्रकार:—घर्षणापासून उत्पन्न केलेल्या स्थायी विजेस सांठविणारी एका प्रकारची धारणीच असते; तिजला साठवरणी (लेडन जार) असें म्हणतात. तिचें वर्णन खालीं दिलें आहे.



सांठा वरणी:—बाजूची आकृती सांठा-वरणीची आहे. ह्यांत काचेच्या वरणीच्या भोंवताली घट्ट बसणारे धातूचे पातळ पत्र्याचे डबेवजा भांडें तिच्या अर्ध्या उंचीपावेतों बसविलेले आहे व तसेंच वरणीच्या आंतल्या (आकृति नं. ३६) बाजूनें बसेल असें दुसरें भांडें कांचेस चिकटून बसविलेलें आहे; आंतील भांड्याच्या बुडापासून म या सळईवर पितळेचा गो हा गोळा बसविलेला आहे. हीच ती सांठावरणी (Leyden jar) होय. ह्या वरणीचे योगानें तिच्या आंतील व बाहेरील भांड्यांवर वरणीचे काचेचे दोन्ही बाजूनें स्थायी वीज सांठवितां येते व अशी ही सांठलेली वीज बाहेरील भांड्यास व या गोळ्यास एकाच आंकड्याच्या दोन्ही टोकांनीं स्पर्श करीत असतां तेथें विजेची ज्योत निघते. (आकृति ३७ पहा.)

अशा प्रकारे सांठा वरणीवरील ऋण व धन विजांचा संयोग होत असतां ठिणगी पडते, म्हणजे विजेनें छेदल्या गेलेल्या हवेच्या पडद्यांतील कणांना तप्त करून त्यांना ती प्रकाशित करिते, व म्हणून ठिणगी पडलेली दिसते; व हिलाच विद्युज्ज्योत म्हणतात. अंतरिक्षामध्यें मोठ्या प्रमाणांत वेगवेगळ्या ढगांवर विभावनानें उत्पन्न झालेल्या निर-निराळ्या धन व ऋण विजांचे

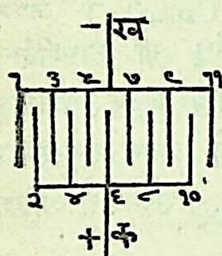


(आकृति नं. ३७)

समूह हवेला फोडून ज्यावेळीं एकमेकांस मिळतांत (व ज्यास आपण वीज पडली असें म्हणतों) त्यावेळीं प्रकाश, स्फोट व धक्का या तिहींची उत्पत्ति होत असते; त्याचप्रमाणें वरील सांठा–बरणीतील ऋण व धन विजा एकमेकींस मिळूं दिल्या असतां, कृत्रिम वीज किंवा विद्युज्ज्योत लहान प्रमाणावर उत्पन्न करितां येते; व तेथें सुद्धां प्रकाश, स्फोट व धक्का हे उत्पन्न होतात.

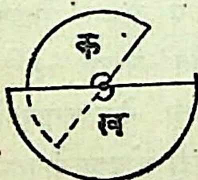
(२) दुसरा प्रकार:—दोन पत्र्यांनी बनलेली. हिचें वर्णन मागें दिलें आहे (पान ९९वरील आकृती ३२ पहा).

(३) तिसरा प्रकार:—पत्र्यांच्या दोन किंवा अधिक जोड्यांनीं बनलेली. (खालील आकृती पहा.) ह्यांत, १, ३, ५, ७, ९, ११, हे सर्व ऋण पत्रे ख दांड्यास व २, ४, ६, ८, १०, हे सर्व धन पत्रे क दांड्यास जोडलेले आहेत. दोन पत्र्यांमध्यें असणाऱ्या हवेच्या ऐवजी दुसरें कोणतेही अधिक निरोधक द्रव्य म्हणजे अभ्रकाचे पत्रे, कागद, रबर, वगैरे असल्यास हवेच्या निरोधनापेक्षां धारणी त्याच आकाराची परंतु मोठ्या मापाची (Capacity) बनवितां येते.



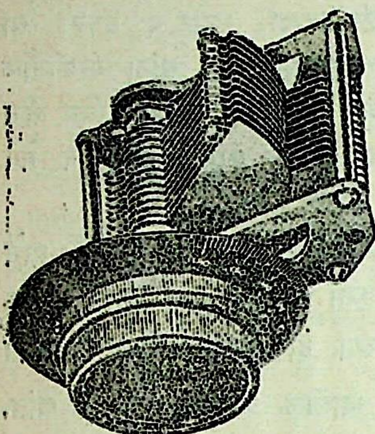
(आकृति नं. ३८)

आतां पावेतो वर्णन केलेल्या धारणी अचल होत; म्हणजे त्यांच्यातील धारणेची शक्ती वाटेल तेव्हां कमी अधिक करितां येत नाहीं; परंतु चल धारणीचें तसें नाहीं. चल धारणीतील पत्रे अर्ध गोलाकार असतात व एका दांड्यावर जोडलेले पत्रे दुसऱ्या दांड्यावर जोडलेल्या पत्र्यांच्या जोडणीमधून



(आकृति नं. ३९)

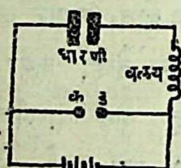
आंत बाहेर हलवितां येतात (आ० ३९ व ४० पहा). अशा प्रकारचा निरनिराळा ऋण व धन विजांचा सांठा करणें हे पत्र्यांच्या क्षेत्रफळावर व हवेच्या जाडीवर अवलंबून असते; म्हणजे पत्रे जितके जितके मोठे व त्यामधील हवेचे अंतर जितके जितके कमी तितकी तिची धारण करण्याची शक्ती (Capacity) जास्त असते. परंतु या धारणीतील



(आकृति नं. ४०)

ऊर्ज केव्हाही जनक यंत्रांतील (वीज उत्पन्न करणारे यंत्र म्हणजे ते डायनॅमो अगर आल्टरनेटर असो, त्यासच जनित्र म्हणजे जनरेटर म्हणतात.) उर्जापेक्षां अधिक असूं शकत नाहीं.

धारणीवर सांठणाऱ्या धन व ऋण विजांचे सांठ्यांसही अशी एक मर्यादा येते कीं दोहोंमधील असलेल्या हवेस भेदून जाऊन ते एकमेकांस मिळतात, व ते असें मिळत असल्यानें विद्युज्जोत उत्पन्न होते ह्यास्तव अशी मर्यादा येण्याच्यापूर्वी एकमेकापासून अगदीं थोड्या अंतरावर असणाऱ्या क ड गोलकांस धारणी-

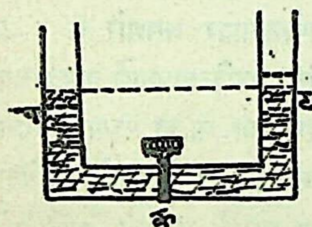


(आकृति नं. ४१)

तील पत्र्यांशीं तारांनीं जोडून या गोलकांचे मार्फत त्यांना एकमेकींत मिसळण्यास जवळची वाट करून देतां येते. (आ० ४१ पहा) अशा योजनेनें दोन्ही पत्र्यावरील सांठविलेली धन व ऋण विद्युत् एकमेकींत जवळच्या वाटेने मिसळत असतां ज्योत (स्पार्क) बनते. अशी ज्योत बनण्यास जरी एका सेकंदाचा वीस हजारावा हिस्सा पुरा असतो, तरी तेवढ्या अवधींत सुद्धां शेकडों आंदोलनें होतहोतच ही ज्योत बनते; व त्यामुळें ज्योतीच्या शेजारील आकाशतत्वांत देखील आंदोलनें सुरू होतात; ही आंदोलने म्हणजेच वैजिक कर्षुक लहरी होत.

या प्रयोगांतील व मागें वर्णन केलेल्या सांठा-बरणीवरील धन व ऋण विद्युत् एकमेकींत मिसळत असतां आंदोलने कशीं होतात ह्याची कल्पना आपणांस खालील प्रयोगांतील पाण्याच्या आंदोलनानें करितां येईल. (आ० ४२ पहा)

शेजारील आकृतींत च व ट ह्या दोन उभ्या नळ्या क या आडव्या नळीस जोडलेल्या आहेत. क चे मध्यभागीं असलेली चावी खुली असतां नळींत पाणी घातल्यास तें च ट ह्या नळ्यांत सारख्यच उंचीवर एकाच पातळींत स्थिर होऊन राहील.

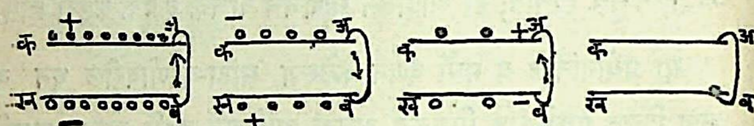


(आकृति नं. ४२)

आतां चावी बंद करून च नळींत जास्त पाणी घातल्यास, तें जास्त उंचीवर येऊन राहील; व अशा

स्थितींत क मधील चावी खुली केल्यास, च नळींतील पाणी ट कडे घुसूं लागून तें ट या नळींत अधिकच उंचीची उसळी घेईल व जास्त उंचीस पोंचून परत फिरेल, आणि च मध्यें जास्त उंचीपावेतो उसळी खाऊन पुन्हां परतेल. अशा प्रकारें तें पाणी एकदां एकींत, तर दुसऱ्यांदा दुसरींत, क्रमाक्रमानें कमी कमी उसळी घेत घेत, बऱ्याच आंदोलनानंतर दोन्हींत एकाच उंचीवर म्हणजेच एका पातळींत येऊन राहील.

आतां भरलेली धारणी, वाहकाची अ व तार दोन्ही पत्र्यास जोडून,



(आकृति नं. ४२)

रिकामी करीत असतांना तिच्यांतील समोरासमोर असणाऱ्या पत्र्यावरील वीजकांची व धानकांची संख्या कशी बदलत जाते याचा खुलासा खालीं केला आहे. (आकृति ४२ पहा) या आकृतींत फक्त धारणीचे समोरासमोर असणारे क व ख असे दोन पत्रे दाखविले आहेत व तिच्यांत दाखविल्याप्रमाणें वाहकांच्या तारेनें दोन्ही पत्र्यास जोडण्यापूर्वी धारणीच्या क या पत्र्यावर धानकांचें आधिक्य व तितक्याच प्रमाणांत ख पत्र्यावर वीजकांचें आधिक्य आहे व म्हणूनच अशा धारणीस आपण धारणी भरलेली आहे असें म्हणतो. क व ख हे पत्रे वाहकाचे तारेनें जोडून सरणी बनविल्यास दुसऱ्या आकृतीमधें दाखविल्याप्रमाणें ख वरील वीजक अतिशय जोरानें

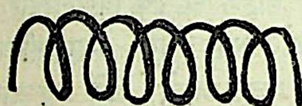
क वरील धानकांना मिसळण्यास जात असतां क वर अधिक वीजकांची संख्या उसळीसरशी जाते व अशा वेळीं क पत्र्यावर फारच थोडा वेळ अधिक वीजक येऊन रहातात व लागलीच ते उलट खाऊन फिरून खकडे शिरतात. ख मध्यें अधिक वीजक पूर्वीपेक्षां जरी कमी, तरी क पेक्षां जास्त येऊन रहातात. म्हणजे असे ख वरील पहिल्यानेंच म्हणजे चार्ज झालेल्या वेळीं असणारे वीजक, दर आंदोलनाचे वेळीं थोडे थोडे कमी कमी होत होत शेवटीं दोहोंवरील वीजकांची ही संख्या सारखी होऊन रहाते, हे वरच्या आकृतींवरून व पाण्याच्या आंदोलनाच्या प्रयोगावरून स्पष्ट होणारे आहे. चार्ज झालेली धारणी खलास होण्यास जेवढा थोडा वेळ लागतो तेवढ्याच थोड्या वेळांत वीजकांची असंख्य आंदोलनें होत होत ती खलास होते.

आतां विजेसंबंधी जी परिभाषा वापरली जाते तिचा आपणांस थोडा जास्त परिचय करून घेणें जरूर आहे. विजेसंबंधींच्या अलिकडील शोधांमुळें आपणांस माहीत झालें आहे कीं विजेरीच्या ऋणाग्राचे टोंक वाहकाच्या तारेनें धनाग्रास जोडिलें असतां, म्हणजे त्या तारेंतून सरणी अगर प्रवाह सुरूं केल्यानें विजेरीतील वीजक ऋणाग्राकडून निघून वाहकाचे तारेंतून धनाग्राकडे वाहत जातात; असे वीजकांचें वाहणें ह्यासच विद्युत्प्रवाह (इलेक्ट्रिक करंट) म्हणतात; हें जरी खरें आहे तरी सरणींतील विजेचा प्रवाह धनाग्रापासून ऋणाग्राकडे वाहत जातो असे खऱ्या घडत असलेल्या क्रियेच्या उलट म्हणण्याचा प्रघात आहे, अशा प्रघातास अनुसरून भाषा वापरली जाते.

विजेरीचा संबंध तोडल्यावर धारणींत वीज साठलेली असते हे आपण पाहिलेच आहे. अशावेळी ख पत्र्यावर जितका विजकांचा मोठा सांठा तितके क ह्या पत्र्यावर विजक संख्येनें कमी होऊन राहिलेले असतात व हा जो वीजकांच्या संख्येमधील फरक त्यासच पोटेन्शीअल डिफरन्स म्हणतां येईल व हा फरक जितका मोठा तितके त्यांत वैजिक सामर्थ्य जास्त (E. M. F.–Electro Motive Force.) म्हणजे त्या विजेकडून कार्य करून घेण्याची तिच्यांत असलेली शक्ती मोठ्या प्रमाणाची आहे असें म्हणतां येईल. अशा सामर्थ्याचे मापन तें किती ‘ व्होल्ट ’ आहे या शब्दानें दर्शविलें जातें व ह्या गुणासच सरणीत असणारें व्होल्टेज असें म्हणतात. व्होल्टा साहेबानें विजेसंबंधी मुख्य शोध लाविले असल्यानें अशा सामर्थ्याचें मापास त्याचें नांव दिलें आहे व तेंच विजेसंबंधीच्या भाषेंत रूढ होऊन राहिलें आहे व आम्ही त्यासच ऊर्ज असें म्हणत आलों आहोत, हें वाचकांनीं ध्यानांत ठेवावें.

अचल चल

धारणी



वलय



निरोधन

८. विजेची शक्ति व तिचें मापन.

आपणांस आतांपावेतों विजेविषयीं जी माहिती मिळाली आहे त्यावरून इतकें लक्षांत येतें कीं, वीज ही एक प्रकारची शक्ति असून ती उत्पन्न करण्यास दुसरी कोणतीही शक्ति, मग ती वाफेची पाण्याची, हवेची, वगैरे कसलीही असो, उपयोगांत आणावी लागते; व ज्यामानानें कमीअधिक शक्ति लागणारें कार्य तिजकडून करवून घेणें असेल त्या मानानेंच व तितक्याच प्रमाणाची ती कमीअधिक उत्पन्न करून, तिचा ल्हान अंशसुद्धां वाया जाऊं न देतां कामास लावितां येते; तसेंच ती उत्पन्न करण्यास लागणारी दुसरी शक्ति त्या मानानेंच खर्ची पडते. ह्या विजेच्या शक्तीचा दुसरा विशेष हा आहे कीं, तिच्या प्रवाहाचा वेग फारच असल्यानें (एका सेकंदांत १८६००० मैल) वाटेल त्या अंतरावरील सोयीच्या जागीं ती उत्पन्न करून पाहिजेल तितक्या निरनिराळ्या अंतरावर असणाऱ्या हजारो ठिकाणीं तिचा उपयोग करून घेतां येतो.

यामुळेंच तर अगदीं ल्हान कारखान्यापासून तों तहत मोठ्या अवाढव्य कारखान्यापर्यंतच्या कोणत्याही कारखान्यांतील एका यंत्रापासून शेंकडों यंत्रें जरूरीपुरत्या वेळेपावेतो चालू ठेवणें अगर बंद ठेवणें हें हुकमी तऱ्हेनें जरूरीपुरतीच विद्युत् शक्ती खर्च करून घडवून आणता येतें.

प्रारणयंत्रांत फार मोठ्या सामर्थ्याच्या विजेपासून तों अतिसूक्ष्म प्रमाणाच्या विजेपावेतों विद्युत्शक्तीचा उपयोग केलेला असतो.

उदाहरणार्थ, प्रेषणस्थळीं वैजिककर्षुक लहरी उत्पन्न करण्याकरिता मोठ्या ऊर्जाची म्हणजे हजारो व्होल्टची वीज उत्पन्न करावी लागते, परंतु ह्याच शक्तीचा फारच थोडा अंश म्हणजे एक लक्ष कोटींवा हिस्सा, हजारो मैलांवरच्या ग्राहक यंत्रापावेतो त्याच्या शेजारीं उभारलेल्या एरिअलमार्फत पोहोचविला गेल्यानें, गायन वादन ऐकविण्याचे कार्य घडून आणण्यास पुरेसा असतो.

अशा विजेच्या शक्तीतील सामर्थ्य (ऊर्ज–व्होल्टेज), त्यामुळें उत्पन्न झालेल्या प्रवाहाचें परिमाण (ओघ–ॲम्पिअर), प्रवाहास होणाऱ्या अडथळ्याचे माप (निरोधन–रिझिस्टन्स अगर ओम्), व तसेंच घडून येत असलेल्या कार्यामुळें प्रवाहावर येणारा कामाचा बोजा (लोड), व ही विजेची एकवटलेली शक्ती किती खर्च पडली म्हणजे किती वॅटची खर्च झाली–या सर्व गोष्टींचा खुलासा व त्यांच्यांतील परस्पर संबंधाची माहिती–निदान ठोकळ रितीनें तरी–आपणांस करून घेणें जरूर आहे.

वाचकांनीं हें लक्षांत ठेवावें, कीं विजेसंबंधीच्या भाषेंतील पारिभाषिक नांवें बहुतेक युरोपमधील विजेसंबंधीं महत्वाचे शोध लावणाऱ्या शास्त्रज्ञांचीं असून, त्यांच्या सन्मानार्थ मुद्दाम ठेविलेलीं आहेत. व ही परिभाषा युरोपमधील सर्व देशांतील भाषातून रूढ झालेली असल्याने आपणासही ह्या नावांनीच तीं मापें ओळखणें अवश्य आहे.

अलीकडे पदार्थांच्या प्रत्येक अणूमध्यें असणारे वीजक (इलेक्ट्रॉन) व धानक (प्रोटॉन) या विषयीं बरेच नक्की शोध लाग-

त्याने असें कळून आले आहे कीं त्या अणूंमधील वीजक हे ऋणविजेचें बनलेले असून त्या पैकीं कांहीं अणूंतील पुंजकाभोंवती फिरणारे असल्यानें त्याना बाहेरील विजेची शक्ती लाविल्यास ते सुटे पडून त्यांचा प्रवाह वाहक द्रव्याचें तारेतून वहावयास लावितां येतो व अशा तारेतून वाहणारा वीजकांचा प्रवाह हाच विजेचा प्रवाह होय. म्हणून विजेसंबंधीं परिमाणें व मापें ठरविणें हें एका सेकंदमध्ये वाहाणाऱ्या प्रवाहांतील वीजकांची जी संख्या असते त्या संख्येवर अवलंबून असते.

(१) कूलं:— दर एक वीजक सारख्याच ऋणविद्युत्कणांचा बनलेला असतो; व अशा पावणेत्रेसष्ट परार्ध वीजकांमध्यें असणारी जी सर्व ऋणविद्युत् तिला एक कूलं वीज असें म्हणतात.

पाण्याचा एक गॅलन अगर दुधाचा एक शेर हे परिमाण पाणी अगर दुध मापणें झाल्यास धरिलें जाते, त्या प्रमाणेंच विजेचे एक कूलं हें माप होय, व ह्या पायावर सर्व मापें बसविलीं आहेत.

धारणींतील दोन पत्र्यापैकीं एका पत्र्यावर जेव्हां पावणेत्रेसष्ट परार्ध वीजकांचें आधिक्य असतें अशावेळीं त्या धारणींतील विजेच्या साठ्यास एक कूलं वीज असें म्हणतात.

(२) ॲंपेर:—एक कूलं वीज एका सेकंदांत तारेच्या एका बिंदूमधून ज्या प्रवाहाच्या प्रमाणांत जाऊं शकते अशा प्रवाहाचे प्रमाणास एक ॲंपेरचा प्रवाह म्हणतात, व ह्यासच आम्ही एक ओघ—प्रवाह असें म्हणतो. हें प्रवाहाचें माप दुसरे एका तऱ्हेनें काढितां येतें; तें असें

कीं, ज्यावेळीं पाण्यांत विरलेल्या चांदीचे क्षारांतून (नायट्रेट ऑफ सिल्व्हर) जो प्रवाह एक सेकंदभर वाहूं दिल्याने .०००११११८ ग्रॅम* वजनाची चांदी, चांदीचे पत्र्यापासून निघून दुसऱ्याधातुचे भांड्यावर मुलामा होऊन बसते, अशा प्रवाहाचें प्रमाणसही एक अँपीअर सरणींत वाहणारा प्रवाह असें म्हणतां येते. अँपीअर हें एका सेकंदांत विजेचा प्रवाह वाहण्याचें प्रमाण (दर) होय. विजेचा प्रवाह विरलेल्या कोणत्याही धातूचे क्षारांतून घालवून विजेचे मदतीने त्या धातुचा मुलामा चढविता येतो त्यास इलेक्ट्रोप्लेटिंग म्हणतात.

वरील प्रवाहाचे वाहण्याचे प्रमाण एक सेकंदचे आहे. परंतु अशा प्रमाणाचा प्रवाह एक तासभर वाहिल्यास त्यास एक अँपेरे अवर (तास) असें म्हणतात व हेच माप सांठा विजेरी (स्टोअरेज बॅटरी) किती अँपेर तासांची आहे हें तिजवर स्पष्ट दर्शविलेलें असतें. ज्या नळीचे योगाने पाणी पुरविले जाते ती नळी किती इंच व्यासाची पाहिजे हें जसे जरूर असलेल्या पाण्याच्या पुरवठ्यावरून ठरवितां येतें, त्याचप्रमाणें विजेकडून निरनिराळीं कार्यें घडवून आणण्यास विजेचा किती प्रवाह जरूर असतो हें ह्याच अँपेअरचे प्रमाणानें ठरविलेले असते.

(३) ओम्:—कोणत्याही प्रवाहास त्याच्या वाटेत कसलाही प्रतिबंध नसतां जसें त्यास सहज वाहतां येते तसें त्यास प्रतिबंध झाला

---

* एक घन सेंटिमिटर पाण्याचे वजन एक ग्रॅम असते.
किलो— १०००; १ किलोग्रॅम=१००० ग्रॅम. १ ग्रॅम=१५$\frac{1}{2}$ ग्रेन.

असतां वाहतां येत नाहीं हें उघड आहे. वाहकाचे म्हणजे तांब्याच्या वगैरे तारेतून, विजेचा प्रवाह सहज वाहूं शकतो व म्हणूनच तांबे वगैरे धातु वाहक (कंडक्टर) आहेत असें आपण म्हणतो; तरी पण विजेच्े प्रवाहाला वाहूं देण्याचा हा धर्म सर्व धातूमध्यें सारखाच नसतो; जसें चांदी ही धातु सर्वांत ज्यास्त वाहक आहे, तिचे खालोखाल तांबें वाहक आहे, व जर्मनसिल्व्हर ही सर्वांत कमी वाहक आहे. हा वाहकपणा कमी अधिक असण्याचे कारण त्या त्या द्रव्याकडून विजेच्या प्रवाहास होणारा निरनिराळा प्रतिबंध (ज्यास आम्ही निरोधन असें म्हणतो तो) होय. व हे निरनिराळ्या द्रव्यांत निरनिराळे असते. ह्यासच द्रव्याचे विशिष्ट निरोधन म्हणतात व ह्या वर त्याचा वाहकपणा अवलंबून असतो.

१०६·३ सेंटिमिटर लांबीच्या व एक चौरस मिलिमिटर जाडीच्या (कांचेच्या नळीत असलेल्या) पाण्यांमधून एक अँपीअरचा प्रवाह घालविला असतां पाऱ्याकडून त्या प्रवाहास जो प्रतिबंध घडतो, तोच एक ओमचा प्रतिबंध होय.

एका ओमला आम्ही एक निरोधन ही संज्ञा दिली आहे. ह्यावरून हें लक्षांत येईल कीं कोणत्याही वाहक द्रव्यांतून विजेचे प्रवाहास वाहवावयास लाविल्यास त्या द्रव्यांतील स्वभावतः असणारे निरोधन अशा प्रवाहास होत असते व तें सरणींतील प्रवाहाचें माप काढितेंवेळीं लक्ष्यांत घ्यावे लागते; व असें हें निरोधन ओमचे संख्येनेंच मापिलें जाते.

(४) व्होल्ट (ऊर्ज):—वर वर्णन केलेला एक ओम् (निरोधन) चा प्रतिबंध असतां त्या मधून एक अँपेरचे प्रमाणाचा प्रवाह (करंट) वाहवावयास लावणारा विजेरीचा अगर जनक यंत्रातील (जनरेटर) जो नेट अगर दाब उपयोगी पडतो त्या तितक्या नेटास अगर दावास एक व्होल्टेज असें म्हणतात.

आतां हें लक्ष्यांत ठेवावें कीं वर विजेरीचे ऊर्ज (व्होल्टेज), प्रेशर, दाब, अगर नेट हे शब्द समानार्थक योजिले आहेत व त्याचे माप मात्र किती व्होल्ट या संख्येनें मोजिलें जातें, व ह्यासच त्या विजेचे सामर्थ्य म्हणजे व्होल्टेज असें म्हणतात.

वर दर्शविलेले विजेरीचे अगर जनक यंत्राचें उत्पन्न होणारे ऊर्ज (प्रेशर) अगर व्होल्टेज याची तुलना, उंचीवर असणाऱ्या पाण्यांत, खोलीकडे जाण्याचे वेळीं जें त्याच्यांत उंचीमुळें येऊन राहिलेले सामर्थ्य (Water head) असतें, त्याच्याशीं करतां येणारी आहे. कारण जितके विजेरीपासून अगर जनक यंत्रापासून उत्पन्न होणाऱ्या विजेचे व्होल्टेज (प्रेशर) जास्त, तितक्या जास्त प्रमाणाचा प्रवाह तिच्या पासून उत्पन्न करवून मोठ्या शक्तीची कामे करवून घेतां येतात. वाचकांनीं लक्ष्यांत ठेवावें कीं जसें एंजिनचे बॉयलरमधील कोंडलेल्या वाफेत असणाऱ्या सामर्थ्यांस प्रेशर हा शब्द लावितात तसें विजेचें सामर्थ्य दाखविण्याकरितां व्होल्टेज हा शब्द योजिलेला असतो.

(९) ज्या वेळीं विजेरी पासून रासायनिक क्रियेनें वीज उत्पन्न करितात, त्या वेळीं त्या दरएक विजेरीचे एका पुटक्यांतील ऊर्ज

ठरलेले असते. जसे डॅनिअल विजेरीचे १ $\frac{1}{8}$ व्होल्ट व खिशांतील विजेचा दिवा ज्यास टॉर्च म्हणतात त्यास उपयोगी पडणारी लिक-लँच विजेरीचे पुटकाचे (ड्रायसेल), जे नवसागर कार्बन व जस्त ह्यांनी बनलेले असते, त्याचे ऊर्ज दीड व्होल्ट असते व अशी तीन पुटके एकाचे ऋणाग्र दुसऱ्याचे धनाग्रास, व त्याचे ऋणाग्र तिसऱ्याचे धनाग्रास या क्रमानें (सीरीज) जोडून ४॥ व्होल्टची ही बॅटरी (विजेरी) तयार ठेवावी लागते. निरनिराळ्या प्रकारच्या विजेरीतील एका पुटकाचे ऊर्ज १ पासून २ $\frac{1}{8}$ व्होल्ट पावेतो कांहीं कायम ठरलेलेच असते. कारण सर्वांतील रासायनिक क्रिया एकच असते, व हे ऊर्ज त्या क्रियेवरच अवलंबून असते. मग त्या पुटकाचा आकार मोठा असल्यास त्यातील ऊर्ज अधिक न होतां ते जास्त वेळ पावेतो प्रवाह उत्पन्न करणारे मात्र असते; व यामुळें पुटकांची संख्या मोठी करून मोठें ऊर्ज उत्पन्न करणारी विजेरी बनवून तिचा उपयोग रेडिओचें कामीं निरनिराळ्या कार्याकडे करावा लागतो. ६ व्होल्ट पासून तो १५० व्होल्ट पावेतो ज्यांचे सामर्थ्य (व्होल्टेज) आहे अशा विजेरींचा उपयोग करणें जरूर असते. त्याचे विवेचन क्रमाक्रमानें येणारच आहे. परंतु हे लक्षांत ठेवावे कीं विजेरीपासून ठराविक अँपेयरच्या प्रवाहास सरणीतून वहावयास लावूनच विजेच्या शक्तीचा उपयोग करावा लागतो. प्रवाह धनाग्रापासून निघाल्यावर सरणीतून ऋणाग्राकडे जात असतां वाटेत येणाऱ्या प्रतिबंधाशीं झुंजण्यानें अगर कार्याकडे खर्ची पडल्यानें कमी कमी होत ऋणाग्राकडे जाऊन पोहोचण्याचे पूर्वी अशा सरणीतील ऊर्जता कमीच होऊन तो प्रवाह ऋणाग्राकडे जाऊन पोहोचतो.

(६) सरणीच्या वाहक तारेचे जे घटक द्रव्य त्यांत स्वभावतः असणारी निरोधन करण्याची शक्ति, तारेची कमी अधिक जाडी व लांबी, या तीन गोष्टीवर निरोधनाचे (रेझिस्टन्स) प्रमाण अवलंबून असते. जाड्या तारेचे निरोधन फार कमी असते व ती जितकी बारीक असेल तितके निरोधन जास्त असते; तसेच सरणीतील तारेची जितकी लांबी तितके हे निरोधन ज्यास्त असते. परंतु ते नेहमी तारेच्या जाडीच्या व्यस्त प्रमाणांत असते.

त्याच प्रमाणें प्रवाहाकडून कोणत्याही प्रकारचें कार्य घडवून आणीत असतां (म्हणजे प्रकाश अथवा उष्णता उत्पन्न करणें, रासायनिक परिणाम घडवून आणणें व यांत्रिक शक्ति उत्पन्न करणें वगैरे) प्रवाहावर जो कामाचा बोजा (Load) पडतो, त्यासही एकप्रकारचें प्रवाहास होणारें निरोधन म्हणतां येईल. सरणीत मोठ्या ऊर्जाच्या विजेस जितकें जास्त निरोधन होईल तितक्या मानानें तो प्रवाह कमी अँपेयरचा होतो. म्हणजे अशा वेळीं ऊर्जाचें सामर्थ्य निरोधनाशी झगडण्यांत बरेंच खर्च होऊन कामास उपयोगी पडणारा प्रवाह कमी अँपेयरचा होतो. तसेच ज्या वेळीं वैजिक सरणीतून मोठा प्रवाह वाहणें नको असेल त्यावेळीं त्यास प्रतिबंध करणारे मुद्दाम केलेलें साधन (रेझिस्टन्स) घालून तो कमी करितां येतो, व अशा निरोधनाचें माप ते किती ओमूचे निरोधन आहे, ह्याच परिमाणानें मापिलें जातें.

(७) वरील विवेचनावरून असे समजून येते कीं, उत्पन्न होणाऱ्या विजेचे जे व्होल्टेज (ऊर्ज) असेल त्यास सरणींतील

असलेल्या निरोधनानें भागून जो भागाकार येईल तितका ॲंपे-रचा सरणीत वहागारा करंट (प्रवाह) असतो. हेच समीकरण आपणांस तीन प्रकारानीं मांडिता येते.

१ ओघ (करंट) = ऊर्ज (व्होल्टेज) ÷ निरोधन (रेझिस्टन्स).

२ ऊर्ज (व्होल्टेज) = ओघ (करंट) × निरोधन (रेझिस्टन्स).

३ निरोधन (रेझिस्टन्स) = ऊर्ज (व्होल्टेज) ÷ ओघ (करंट).

या समीकरणांचे साह्यानें तीन मापांपैकीं कोणतीही दोन माहिती असल्यास तिसरे सहज काढितां येते.

(८) आंतापावेतो आपण विजेचे ऊर्ज त्याच्या प्रवाहाचे माप (ॲंपीअर) व त्यास होणारा प्रतिबंध (रेझिस्टन्स्) यांच्या परस्पर संबंधाविषयीं जी माहिती करून घेतली आहे त्यावरूनच आपणास कोणतेही कार्य घडवून आणण्यास किती वीज खर्च झाली म्हणजे तिची एकवटलेली शक्ती किती खर्च झाली त्याचे माप ठरवितां येते. कोणत्याही शक्तीचे माप करीत असतां ती कोणत्या जोराची व किती कालपावेतो वापरावी लागते या दोन्हींही गोष्टींचा विचार केला पाहिजे.

१ पौंड वजन १ फूटभर उंच उचलण्यास जी शक्ती खर्च होते त्यास १ फूट—पौंड शक्ती असें म्हणतात. ३३००० फूट—पौंड शक्तीच्या मापास १ हॉर्सपावर शक्ती (एका घोड्याची शक्ती) म्हणतात.

विहिरीतील पाणी मोटेने उंचीवर आणून सांठवितांना बैलाची वगैरे जी शक्ती खर्च होते ती हॉर्सपावर या मापानें मापिली जाते.

त्याचप्रमाणें आपणास विजेच्या शक्तीकडून एखादे कार्य करून घेण्याचेवेळीं ती किती खर्च झाली आहे याचे माप करणें झाल्यास, तें माप किती ऊर्जाच्या (व्होल्टेजच्या) विजेनें किती अँपीअरच्या प्रवाहास वहावयास लावून ते कार्य करावे लागते, या दोन्ही गोष्टीचा विचार करून ठरवावे लागते.

(९) एक व्होल्टच्या विजेच्या ऊर्जामुळें एक अँपीअरचा प्रवाह वहात असताना जी शक्ती खर्च होते, तिला एक वॅट विजेची शक्ती असें म्हणतात.

वॅट हें माप व्होल्टेजच्या व अँपीअरच्या गुणाकाराबरोबर असते. वॅट = ओघ (अँपीअर) × ऊर्ज (व्होल्टेज). वॅट हे माप लहान असल्यानें वापरण्यामधें याच्या हजारपटीचें माप ज्यास किलोवॅट असें म्हणतात, ते वापरले जाते. (किलो हा शब्द एक हजार संख्या-दर्शक आहे.) ·७४६ किलोवॅट = १ हॉर्सपॉवर.

हें माप कळण्याकरितां आपण विजेच्या दिव्याचे उदाहरण घेऊं.

ज्या विजेचा उपयोग दिवे लावण्याच्या कामीं होतो ती वीज ११० ते १२०, २२० ते २३० किंवा ४४० ते ४६० यापैकीं कोणत्याही ऊर्जाची व्होल्टची असावी लागते.

विजेरी पासून उत्पन्न होणारी वीज ही मर्यादित उर्जाचीच बनवितां येतें; कारण ती पुटकांच्या संख्येवर अवलंबून असते. म्हणून वर दर्शविलेल्या उर्जाची वीज उत्पन्न डायनॅमोनें करावी लागते. डायनॅमोनें उत्पन्न होणारे उर्ज हें त्याच्या आर्मेचर वरील असणाऱ्या तारेच्या चौकटीची संख्या, त्याच आर्मेचरचे एका सेकंदात चुंबका पुढून फिरणारे

फेरे व त्या चुंबकाच्या जोडयांची संख्या ह्या तीहींच्या गुणाकारावर अवलंबून असते. व ह्या संख्या पाहिजे तितक्या वाढवितां येतात. म्हणून अशा डायनॅमोनें मोठ्या ऊर्जाची वीज उत्पन्न करितां येतें हें मागें आलेंच आहे. लोकसंख्येच्या मानानें अगर जितके जास्त दिवे लावण्याची जरूरी असेल त्या मानानें वर सांगितलेल्या तिहींपैकीं कोणत्याही एका ऊर्जाची वीज उत्पन्न केलेली असते. कमी अधिक प्रकाश देणारे विजेचें दिव्यास कमी अधिक विजेची शक्ति (वॅटेज) खर्च करावी लागते. वॅटेज हें ऊर्जाच्या व अँपीयरच्या गुणाकारावरोबर असते हें आपणास माहीत आहे. प्रत्येक दिव्यास लागणारें वॅटेज हें त्यावर नोंदलेलें असते व जितका ज्यास्त प्रकाश देणारा दिवा असेल तितकें त्याचें वॅटेज जास्त असतें. उदाहरणार्थ, जेथें २२९ ऊर्जाची वीज डायनॅमोनें उत्पन्न केलेली असते तेथें १५ वॅटेजच्या दिव्याच्या तंतुवलयांतून $\frac{१}{१५}$ अंपिअरचा प्रवाह वाहूं देणें जरूर असतें. म्हणून २२९ × $\frac{१}{१५}$ = १.३ वॅटचा दिवा असतो. हा सुमारें १९ कँडल पॉवरचा असतो. वॅटेजची वेरीज करूनच एकंदरींत शक्ती किती खर्च पडते हें काढिता येते. याप्रमाणें १००० वॅट शक्ती १ तास पावेतों खर्च झाल्यास म्हणजे किलोवॅटअवर शक्ती खर्च झाल्यास एक युनिट वीज उपयोगांत आली असें होतें व अशा एका युनिटला ठरलेल्या दराप्रमाणें (प्रत्येक युनिटला २ आण्यापासून ९।६ आण्यापावेतो हा दर असतो) हिशोब करून आपणास वीज पुरवणाऱ्या कंपनीस पैसे द्यावे लागतात. एक किलोवॅटअवर

(एक हजार वॅट शक्ती १ तास पर्यंत खर्च होत राहिल्यास) ह्यासंच एक युनिट म्हणतात हें वरील उदाहरणावरून लक्षांत आलेंच असेल.

(१०) कांहीं यंत्राना अगर साधनाना जास्त ऊर्जाची वीज चालणारी नसते म्हणजे अशा जास्त ऊर्जाचा उपयोग केला असतां यंत्रांत विघाड होण्याचा संभव असतो. उदाहरणार्थ एकाद्या निर्वात केलेल्या फुग्याचें दिव्यात ठरलेल्या मर्यादे-पेक्षा ज्यास्त ऊर्जाचा प्रवाह घालविला असतां त्यात असणाऱ्या तंतुवलयाचे बारीक तारेस सोसणारे ते ऊर्ज नसल्यानें ती तार वित-ळून जाण्याचा संभव असतो; अशा प्रकारे दिवे वगैरे आकस्मिक तऱ्हेने बिघडू नयेत म्हणून सरणीमध्यें लवकर वितळून जाणाऱ्या तारेने म्हणजे शिशाच्या तारेनें (फ्यूजनें) मुद्दाम कांहीं सांधे जोडून हा बिघाड टाळता येतो. असे सांधे, शिशाची तार वितळण्याने, तुटून सरणींत वाहणारा प्रवाह एकदम बंद पडून, दिव्याना वगैरे धोका पोहोचत नाहीं.

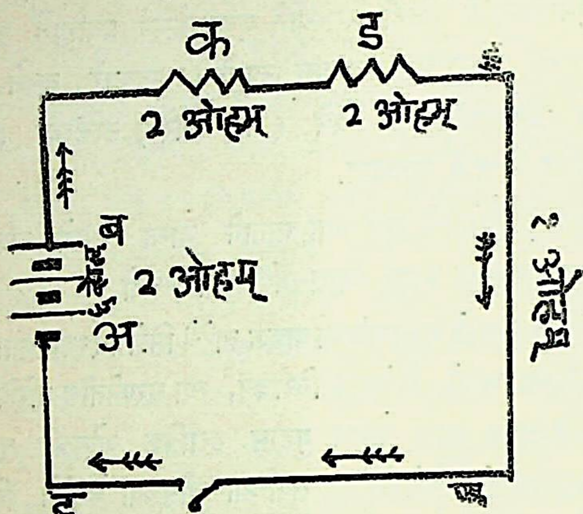
(११) आतांपावेतो ज्यास आपण प्रवाह म्हणत आलों तो सरळप्रवाह (D. C.) होय हें लक्षात ठेवावें. वर वर्णन केल्याप्रमाणें जेथे किती अँपेअरचा प्रवाह हे दाखविलेलें असते तेथें तो प्रवाह सरळ(D. C.) अगर यातायातींचा (A. C.) आहे हेंही नमूद केलेलें असते. प्रकाश अगर उष्णता उत्पन्न करण्यास दोन्ही प्रकारच्या प्रवाहांचा उपयोग सारखाच होतो. व त्या कारणानें दिव्यात कोणत्याही बाजूनें प्रवाह शिरल्याने कार्य तेंच होतें; परंतु पंखा, मोटार (गती उत्पन्न करणारे यंत्र) विजेनें चालणारीं दुसरीं

यंत्रें सरळ अगर यातायातीचा प्रवाह उपयोगी पडावा म्हणून त्यांची रचना निरनिराळीं केलेली असल्याने एकाप्रकारचे प्रवाहानें चालणारे यंत्र दुसऱ्या प्रकारच्या प्रवाहास उपयोगी पडणारे नसते म्हणून ठरलेल्या प्रकारचीच हीं यंत्रे (पंखे वगैरे) ठरलेल्या प्रवाहाने चालणारीच असावी लागतात.

(१२) विजेरीचे ऊर्ज ज्या मानाने जास्त असते त्यामानानें सरणीतून वहाणारा प्रवाह जास्त अँपेअरचा असतो.

विजेरीचे स्वतःचे व सरणीच्या वाहक तारेचे निरोधन स्वभावतः काहीं एक ठरलेलेच असते. विजेरींचे निरोधन, त्या सरणीतील तारेचे प्रवाह कमी अँपिअरचा व्हावा म्हणून मुद्दाम ठराविक ओम्ची घातलेलीं एक किंवा अधिक निरोधनें, ह्या सर्वांच्या ओमूच्या बेरजेनें विजेरींचे व्होल्टेजला भागून जो भागाकार येईल तितक्याच अँपिअरचा प्रवाह सरणीमधे वाहतो. हें ज्या नियमामुळें घडून येतें तो ओम् साहेबाने केलेल्या प्रयोगांनीं सिद्ध झालेला असल्यामुळें या नियमास ओमूचा सिद्धांत (Ohm's law) असें म्हणतात; व म्हणूनच निरोधनाचे एका मापास ओम् ही संज्ञा दिलेली आहे. ह्या नियमानुसार किती व्होल्ट ऊर्जाची वीज (विजेरीची अगर जनक यंत्राची) किती अँपिअ-रचा प्रवाह व तसेंच किती ओम्चे निरोधन ह्या तिन्ही गोष्टींपैकीं कोणत्याही दोन माहित असल्यास तिसरीचे माप नक्की काढितां येतें. उदाहरणार्थ (आ. ४३ पहा) या आकृतींत (विजेरी कोणत्या तऱ्हेनें दाखवितात याची माहिती मागें दिलीच आहे.) अ ब हीं विजेरी ३ पुटकांची म्हणजे ६ व्होल्टेजची आहे व स्वभावतः असणारे

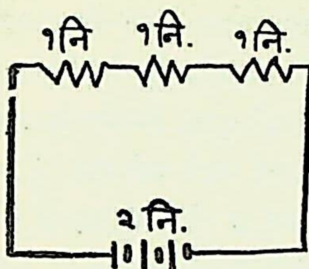
तिचे निरोधन २ ओम्चे, क ड (ह्या निरोधनाच्या खुणा आहेत) सर-



(आकृति नं. ४३)

णींत मुद्दाम घातलेलीं २ निरोधनें असून त्यांचे निरोधन ४ ओम्चे (प्रत्येकी २ ओहमचे) असून सरणीतील तारेचे स्वभावतः असणारे निरोधन १ ओहम् आहे (सरणीतील प्रवाह वाणाग्रानें दाखविला आहे). या उदाहरणांत विजेरीचे व्होल्टेज व निरोधनाची मापे हीं दिलेली असून तिसरे म्हणजे प्रवाहाचे माप काढितां येते ते असें:— सर्व निरोधनांची बेरीज (२+२+२+१=७) सात ओम् होते व त्याने व्होल्टेज ६ ला भागून ६/७ ऍंपीअरचा प्रवाह ह्या सरणींत वाहतो असें समजतें, व यातील क व ड हीं निरोधने एका पुढें एक वापरलीं असल्यानें त्यास क्रमनिरोधनें (In series) असें म्हणतात.

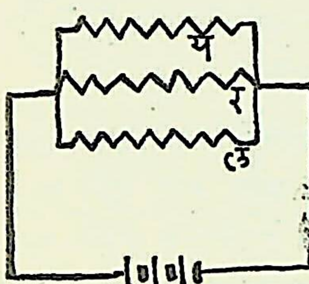
(१३) वरील उदाहरणांत विजेरींचे निरोधन व तारेचें स्वभावतः असणारें निरोधन हीं दोन्हीं जमेस धरून सरणींतील प्रवाह किती एंपिअरच हें काढिलेलें आहे. परंतु पुष्कळ वेळा हीं दोन्हीं निरोधनें ल्हान असल्यानें जमेस न धरतां प्रवाह कोणत्या मापाचा आहे हें काढतात. (आ. ४४ पहा.) यांत



(आकृति नं. ४४)

प्रत्येक निरोधन एक ओमूचें अशीं ३ निरोधनें क्रमानें घातलीं आहेत. व विजेरींचें व्होल्टेज ६ च आहे असें आपण समजूं. तेव्हां ३ नें ६ ला भागून भागाकार दोन येतो, म्हणून २ एम्पिअरचा प्रवाह सरणींत वाहतो असें निघते. यावरून क्रमनिरोधनांत सर्व निरोधनाचे बेरजे इतके सरणींतील निरोधन असते हें लक्षांत ठेवावें.

(१४) समांतर निरोधनें:—आ० ४९ पहा. या आकृतींत विजेरींचे धनाग्रापासून निघालेल्या सरणींतील प्रवाहाच्या तीन शाखा होऊन त्या प्रत्येक शाखेंत, प्रत्येक निरोधन एक ओहमूचें, अशीं अनुक्रमें य र आणि ल हीं निरोधने घातलीं आहेत व नंतर तीन्हीं शाखा एकत्र मिळून सरणी एकाच प्रवाहाची बनून प्रवाह ऋणाग्राकडे जाऊन मिळतो. अशा तऱ्हेनें निरोधने वापरलीं असतां त्यासच



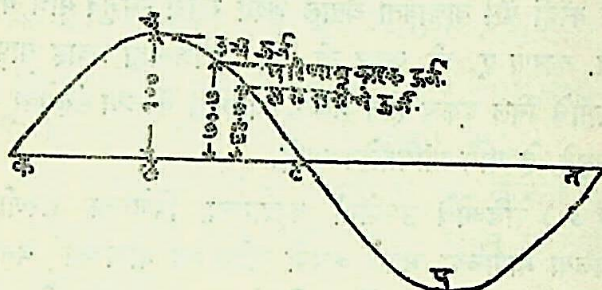
(आकृति नं. ४९)

समांतर निरोधनें (In parallel) असें म्हणतात. अशा सरणींतील प्रवाह काढणें झाल्यास पहिले प्रथम एकत्र निरोधन किती ओहम् आहे हें काढावें, नंतर त्यानें व्होल्टेजला भागावे, म्हणजे किती ॲम्पिअरचा प्रवाह वाहत आहे हें निघते. समजा, असें एकत्र निरोधन क्ष आहे. य, र, ल, हीं समांतर निरोधने आहेत. तर त्याचे समीकरण $\frac{१}{क्ष} = \frac{१}{य} + \frac{१}{र} + \frac{१}{ल}$ असें असतें. या समीकरणावरून क्ष ची किंमत काढतां येते.

आतां य र आणि ल या दर एका निरोधनाची किंमत १ ओम् आहे. म्हणून वरील समीकरण $\frac{१}{क्ष} = \frac{१}{१} + \frac{१}{१} + \frac{१}{१} = \frac{३}{१}$ होते; म्हणून क्ष $= \frac{१}{३}$ ओहम् आहे. ही य र आणि ल या सर्व निरोधनांची एकत्र किंमत $\frac{१}{३}$ आली व ह्या क्षच्या $\frac{१}{३}$ किंमतीनें ६ व्होल्टेजला भागून भागाकार ($६ \div \frac{१}{३}$) १८ येतो. तेव्हां १८ एंपिअरचा सरणींत प्रवाह वाहतो असें ठरतें व तो समांतर निरोधनें वापरल्यामुळें क्रम-निरोधनाचे वेळीं जो वहात होता त्याच्यापेक्षां ९ पटीचा प्रवाह या सरणींत वाहतो असें निघतें. यावरून निरोधनें ज्या प्रकारानें वापरलेली असतात त्यावर सरणींतील प्रवाह कमीअधिक वाहणें हें अवलंबून असते हें आपण लक्षांत ठेविलें पाहिजे.

(१९)परंतु ज्यावेळीं यातायातीचा प्रवाह (A. C.) उत्पन्न करूनच विजेच्या शक्तीकडून कार्य करून घेणें असेल अशा वेळीं सरणींत उपयोगीं पडणारे ऊर्ज काढणें झाल्यास ते निराळ्या तऱ्हेनें काढावें लागतें. कारण ही वीज आल्टरनेटरनें उत्पन्न करीत असतां आर्मेचरच्या अर्ध्या फेऱ्याचे कालांत उत्पन्न होणारे ऊर्ज शुन्यापासून सुरूं होऊन कांहीं ठराविक उच्च मर्यादेस पोहोंचून फिरून शुन्या-

पावेतो उतरत येते व राहिलेला अर्धा फेरा पुरा होत असतां ते ऊर्ज फिरून तसेच पण उलट दिशेनें वाढत जाऊन शून्यावर येते. या करितां ऊर्जांची सरासरी काढूनच हे ऊर्ज धरावे लागते व अशा सरासरीच्या ऊर्जांचे प्रमाणांत सरणींत प्रवाह वहातो. (आ० ४६ पहा.)



(आकृति नं. ४६)

आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें शुन्यापासून वाढत जाणाऱ्या ऊर्जांची मर्यादा शंभर व्होल्टस् आहे असे धरल्यास त्याचे सरासरीचे ऊर्ज शेकडा पावणे त्रेसष्ट असे धरतां येईल. असें ज़री आहे तरी कार्य करण्याचे उपयोगी पडणारे ऊर्ज अथवा त्यामुळें होणारा प्रवाह सरासरीचे प्रवाहापेक्षां थोड्या ज्यास्त प्रमाणाचा ह्मणजे शेकडा पावणे एकाहत्तर असतो, असें प्रयोगानें सिद्ध झालें आहे.

(१६) ज्यावेळी विजेचे शक्तीकडून उष्णता उत्पन्न करणे असेल अशावेळीं तेच उष्णतेचे कार्य, (पाणी तापविणें वगैरे), ए. सी. प्रवाह वापरल्यास, डी. सी. प्रवाह वापरल्याने लागणाऱ्या वेळेपेक्षा,

कमीवेळांत घडून येते. याचा अर्थ इतकाच कीं डी. सी. प्रवाहानें उष्णता उत्पन्न करण्याच्या प्रमाणापेक्षां ए. सी. प्रवाहाने ती उत्पन्न करण्याचे प्रमाण शेकडा ११ टक्के जास्त असते. असें जरी आहे, तरी उष्णता उत्पन्न करण्याचे अगर दुसरे कोणतेंही कामी ए. सी. प्रवाहाचा उपयोग केल्यामुळे आपणास कंपनीस द्यावे लागणारे कांहीं पैसे वांचविता येतील अशी खोटी समजूत मात्र करून घेऊं नये. कारण ए. सी. अगर डी. सी. कोणताही प्रवाह वापरला तरी कंपनीचे बिल एकच होत असते, कारण ते वॅटच्या संख्येवर अवलंबून असते, हे मागें सांगितलेच आहे.

(१७) रेडिओचे उपयोगी पडणाऱ्या विजेच्या सरणीमध्यें निरनिराळ्या मापाच्या अचल अथवा वाटेल त्या मापाच्या बनविता येणाऱ्या चल धारणी, तसेंच निरनिराळ्या आकाराची व कमी अधीक संख्येच्या वेढ्यांची अचल अथवा चल वलयें यांचा उपयोग करावा लागतो. परंतु अशा धारणींची व वलयाची मापे किती फॅरडची धारणी तसेंच किती हेन्रींचे वलय अशा संज्ञानीं तीं ओळखिली जातात. अचल व चल धारणी पान ९७ पहा).

परंतु फॅरॅड हे माप फार मोठे असल्याने त्याच्या एक दशलक्ष्यांशाच्या मापाच्या धारणीस एक मायक्रो फॅरडची धारणी असें म्हणतात (मायक्रो म्हणजे एक दशलक्ष्यांश). हे फॅरडचे माप, अर्थात जितके जास्त चौरस मापाचे पत्रे व जितक्या कमी जाडीचा त्यांच्यामधील निरोधकाचा म्हणजे हवेचा अगर अभ्रकाचा वगैरे पडदा, यांजवर अवलंबून असते हे मागें धारणीचे वर्णनाचे वेळीं सांगितलेच आहे. पान ६० पहा).

तसेंच वलयाचे माप (जे हेन्री ह्या परिमाणानें मापिलें जातें) त्याच्यात असणाऱ्या वेढ्यांची संख्या त्या वलयाची जाडी व त्याच्या पोकळीत हवा किंवा शुद्ध लोखंडाच्या घातलेल्या सळया ह्या गोष्टीवर वलय किती हेन्रींचे बनलेले आहे हे अवलंबून असते. हे हेन्रींचे माप मोठे असून याचे दशलक्ष्यांशाचे मापानें (म्हणजे मायक्रो हेन्री या मापानें) हीं मापें नोंदलेलीं असतात.

ह्या धारणीचे व वलयाचे मापाचा उपयोग रेडिओच्या रचनेच्या कामी कसा होतो याची माहिती पुढें येणारी आहे.

आतां पावेतो विजेच्या मापाविषयी वर जो खुलासा केला आहे त्या मापांबद्दल काहीं संज्ञा विद्युत शास्त्रात कायम ठरलेल्या आहेत. त्या पुढील प्रमाणें:—

E = ऊर्ज (व्होल्ट) ; I = प्रवाह (ॲम्पेर) ;
R = निरोधन (ओम) ;
C = धारणीचेमाप (फॅरेड) , L = वलयाचेमाप हेन्री)

---

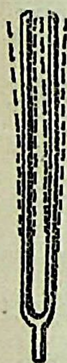
९ ध्वनि.

रेडिओचे योगानें दूरवरचे गायनवादन कसे ऐकू येते हे समजून घेण्यापूर्वी ध्वनिशास्त्रातील कांहीं माहिती असणें जरूर आहे ती खाली दिली आहे.

कोणत्याही आघातांनीं हवेमध्यें लहरी उत्पन्न होऊन त्या कानांच्या पोकळींतील हवे पावेतों पोचल्या म्हणजे ध्वनी ऐकूं येतो.

असे आघात निरनिराळ्या प्रकारें होऊं शकतात. उदाहरणार्थः—

सोनाराच्या लांब चिमटयाच्या दोन्ही बाजवा बोटानी घट्ट दाबून त्यांची टोंके एकत्र मिळवून तीं एकदम सोडून दिल्यास, त्या बाजवा चार पांच सेकंद पावेतों एकसारख्या हलत राहतात. या त्यांच्या मागें पुढें हलण्यानें हवेंत लहरी उत्पन्न होतात. व अशा वेळीं तो चिमटा कानापाशीं नेल्यास थर्र्र्....असा आवाज ऐकूं येतो. तसेंच ज्यास टयूनिंग फोर्क (विवक्षित ध्वनी काढणारा पोलादी चिमटा) म्हणतात (आ. ४७ पहा), त्यास ठोका दिल्यास त्याच्या बाजवा मागें पुढें हलूं लागतात. (हें त्यांचे हलणें आकृ-



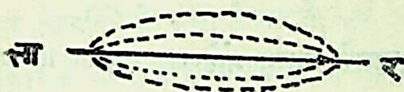
(आ. ४७) तीत तुटक्या रेघांनीं दाखविलें आहे.) व त्या अशा हलत असतां त्याच्यातून ठरलेला सूर निघतो.

माशा, डांस, अगर पंख असलेले कीटक हवेंत उडत असतां त्यांच्या पंखाच्या थरारण्यानें हवेंत ज्या लहरी उत्पन्न होतात, त्यांच्यापासून आवाज उत्पन्न होतात. उदाहरणार्थ, भुंगा उडत असतां त्याच्या पंखाचे थरारणे सुरू असतें; व त्यापासून आवाज उत्पन्न

होतो. त्यासच भुंग्याचा गुंजारव म्हणतात; त्याला तोंडानें मुळींच आवाज काढतां येत नाहीं.

विजेनें चालणारा पंखा जोरानें फिरत असता त्याच्या पाकळ्याकडून हवेला धक्के बसतात, व त्यामुळें हवेंत लहरी उत्पन्न होऊन घूं........असा आवाज ऐकू येतो, हे पुष्कळांच्या अनुभवाला आलेलेंच असेल.

कोणत्याही तंतुवाद्यांतील तारेस नखीनें किंवा गजानें हलविल्यास



(आकृति नं. ४८)

ता तार मागें पुढें हलु लागते व त्यामुळें हवेस आघात बसून लहरी उत्पन्न होतात. त्यामुळेंच आपणास तारेपासून निघालेला आवाज ऐकूं येतो. (आ. ४८ पहा).

त्याप्रमाणेच वाजाच्या पेटीचे आंत असणारे एकापेक्षां एक चढे स्वर काढणारे जें सूर बसविलेलें असतात त्यातील प्रत्येक मुरास रीड असे म्हणतात; रीड म्हणजे दुसरें तिसरें कांहीं नसून ती एक पातळ पत्र्याची अरुंद पट्टी असते. ही पट्टी भात्यातील वारा पेटींत शिरावा म्हणून जी चिरेसारखी वाट असते तिचें तोंडावर जिभे सारखी बसविलेली असून तिचे एक टोंक पक्के केलेले व दुसरे सुटे ठेवलेले असतें, व भात्यातील वारा पेटींत शिरूं दिल्यास सुट्या टोकास तो जोरानें मागें पुढें हलवावयास लावितो व त्या पट्टीचे असें हलण्यानें हवेंत लहरी उत्पन्न होऊन आपणांस सूर ऐकू येतो.

अशा तऱ्हेनें रीडचें, तारेचें, अगर चिमट्यांच्या बाजवांचे मागें पुढें हलणें एका सेकंदात निदान ३०।३२ वेळा झाल्याशिवाय उत्पन्न झालेला आवाज साधारणपणें मानवी कानांस ऐकू येत नाहीं. तसेंच असें हलणें एका सेकंदात ८।१० हजारापेक्षां जास्त वेळा झाल्यास ही आवाज ऐकू येत नाहीं. दर एक मागें पुढें हलण्यानें एक एक लहर हवेंत उत्पन्न होत असते. आवाज उत्पन्न करणाऱ्या लहरींचीं संख्या जितकी जास्त असते तितका तो आवाज चढा असतो. या आवाजाच्या गुणास सवन (पिच्) म्हणतात. हाच आवाजाचा पहिला गुण होय.

आवाजाचा दुसरा गुण म्हणजे त्याचा मोठेपणा (Loudness) हा होय. असा आवाज खालच्या सवनाचा असला तरी जास्त वेळ टिकणारा असतो; उदाहरणार्थ, तोफेचा, नगाऱ्याचा, अगर मेघ गर्जनेचा आवाज होय.

आवाजाचा तिसरा गुण म्हणजे एका सुराबरोबर स्वभावतः निघणारे दुसरे विवक्षित चढे चढे सूर निघण हा होय. सुर अनुरणनांनीं उत्पन्न होणारे असल्यानें मूळच्या सुराशीं जुळते असतात म्हणजे संवादी असतात व म्हणून त्या मूळच्या सुरास जास्त गोडी आणितात. अशा आवाजाच्या गुणास टिंबर असें नांव दिले आहे; व हाच गूण कसलेल्या गाणाऱ्याच्या अगर वाद्याच्या आवाजामध्यें सहज उत्पन्न होत असतो; व जेव्हां तो उत्पन्न होतो तेव्हां गाणाऱ्याचा अगर वाद्याचा आवाज गोड आहे असें आपण म्हणतो.

आवाजाचा चौथा गुण निनादन (Resonance) हा होय. या आवाजाच्या गुणाची आपणांस चांगली माहिती असणें जरूर आहे.

ह्या गुण मुख्यतःतर्फेच्या तारा असणाऱ्या वाद्यांत दिसून येतो. याची उदाहरणें खालीं दिलीं आहेत.

दिलरूबा व सारंगी ही गजानें (Bow) वाजविलीं जाणारीं वाद्यें बहुतेकांच्या पाहाण्यांत असतीलच. त्यांत मुख्य तारा घोडीवर चढविलेल्या असतात. त्याशिवाय त्यांच्याचखालीं दांडीच्या सपाटी-बरोबर दुसऱ्या तारा लहान घोडीवर चढविलेल्या असतात. त्यांना तर्फेच्या तारा म्हणतात. मोठ्या घोडीवरील मुख्य तारांतून गजानें काढतां येणाऱ्या सर्व सुरांपैकीं दरएक सुरावरोबर तर्फेची एकएक तार मिळविलेली असावी लागते; व असें केलें असल्यानें अशा तर्फांच्या तारांना वाजविणारा कोणत्याही तऱ्हेनें स्पर्श करीत नसला तरी तो तें वाद्य वाजवीत असतांना मोठ्या तारेवर जे जे सूर काढीत असतो त्या त्या सुरांशीं जुळलेल्या ज्या ज्या तर्फांच्या तारा असतील त्या त्या आपोआप बोलून उठतात, म्हणजे साथ करितात; व म्हणूनच हीं वाद्यें तर्फेच्या तारेंतून निघणाऱ्या मंजुळ व सुरेली आवाजामुळें ऐकावयास अधिक गोड लागतात. अशाच प्रकारच्या तर्फेच्या तारा कांहीं सतारींसही बसविलेल्या असतात. अशा सतारीला तर्फेची सतार म्हणतात.

हा वरील चमत्कार तर्फेच्या तारा व मुख्य तारा एकाच वाद्यावर चढविल्यानें होतो असें नाहीं; तर दोन निरनिराळे तंबोरे एकाच बैठकीवर असून सारख्याच सुरावर लाविलेले असले म्हणजे त्यापैकीं एकाच्या वाजविण्यानें दुसरा तंबोरा आपोआप वाजावयास लागतो; म्हणजे ह्यासच एक तंबोरा दुसऱ्या तंबोऱ्याशीं लाविलेला अगर

जुळविलेला म्हणजे ट्यून केलेला आहे असें म्हणतात. ही जुळवणी दोन्हीही वाद्यातील तारांतून निघणाऱ्या लहरींची संख्या म्हणजे तरंगावृत्ति एकच असते तेव्हांच घडून येते, हाच आवाजांच्या लहरींचा गुण प्रारण लहरींतही दिसून येतो. त्यामुळे वाटेल त्या प्रेषण स्थळापासून निघणारे गाणें आपल्या ग्राहकाची एरिअलच्या साह्यानें जुळणी करून आपणास हुकमी तऱ्हेनें ऐकता येते.

आतां आघातानें स्वरासह शब्द उत्पन्न करणें झाल्यास दुसऱ्या प्रकारचें साधन उपयोगी पडते. या साधनास पुड (डायफ्रॅम) म्हणतात. अशा पुडाच्या मागेंपुढें खालींवर अशा दाही दिशेनें हलण्याने व्यंजनासह स्वरांचा आवाज निघूं शकतो.

अशा प्रकारच्या आवाजाचे, नेहमीं पहाण्यांत येणारे, उदाहरण म्हणजे तबल्याचे किंवा डफाचे पुडावर थाप मारली असतां जो आवाज निघतो, तो होय. थाप मारल्यावर थोड्या कालांत पुडाचे एकदां खालीं जाणें व पुन्हां वर येणें असें पुष्कळ वेळां होते; म्हणजे त्या पुडाला खालींवर असे बरेच वेळां हलावे लागते. (आकृति ४९ व ५० पहा) या अशा पुडाच्या प्रत्येक खालीं-



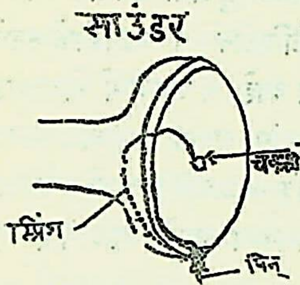
(आकृति नं. ४९)

वर होण्यानें हवेस होणाऱ्या आघातामुळें हवेमध्यें लहरी उत्पन्न होतात; व त्या ऐकणाऱ्यांच्या कानांत असणाऱ्या नाजूक पडद्यावर (टिंपॅनमवर) आदळल्यानें आवाज ऐकूं येतो. तसेंच ग्रॅमोफोनमध्यें आवाज उत्पन्न करण्याचें



(आकृति नं. ५०)

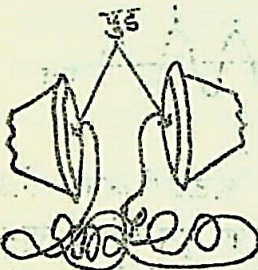
साधन त्याच्या साऊंडरमध्यें जी अभ्रकाची लहान चकती असते ती होय. ही चकती (आ० ९१ पहा) पुडाप्रमाणेंच आवाज



(आकृति नं. ९१)

उत्पन्न करण्याचें कार्य घडवून आणते. या यंत्रांत साऊंडरला लावलेली पिन् प्लेटीवरील असणाऱ्या पन्हळ वजा चऱ्यामधून वळणावळणानें व खालींवर होऊन फिरत असतां जे विवक्षित धक्के त्या पिन्ला बसतात ते स्प्रिंगच्या मदतीनें चकतीच्या मध्यापावेतो पोहोंचून तिला मागेंपुढें व वरखालीं हलवावयास लावतात; व तिच्या हलण्यानें जवळ असणाऱ्या फनेल-मधील हवेस धक्के बसतात व आवाज जशाच्यातसा उत्पन्न होतो.

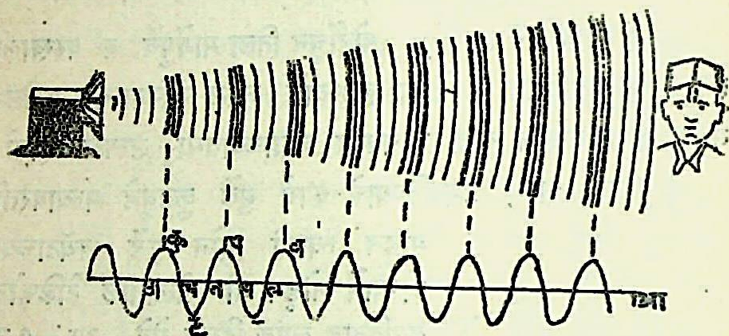
हे पुडाचे शब्द उमटविण्याचे कार्य मुलें कुडमुडे मध्यावरती मोडून त्याचीं दोन पुडें क्यॅटाच्या दोऱ्यानें जोडून जो खेळांतील टेलिफोन बनवितात त्यांत दिसून येते. आ० ९२ पहा. पण यांत उपयोगांत आणलला क्यॅटचा दोरा ताठ असावा लागतो.



(आकृति नं. ९२)

या वरील उदाहरणावरून पुडाचा उपयोग सूर व शब्द जसेच्या तसें उमटविण्यांत कसा होतो हें कळून येईल. पुडाचा विशेष गुण म्हणजे, आघातानें त्याच्या मध्यबिंदूपासून ते त्याच्या परिघापर्यंत, त्यांचे मागेंपुढें व वरखालीं हलणें अगर थरारणें होऊन त्यांचें हवेस धक्के

बसल्यामुळें, सर्व गुणांसह म्हणजे जशाचा तसा ध्वनी त्याच्या योगानें उमटविला जातो, हा होय. म्हणूनच कोठेंही कृत्रिम आवाज उत्पन्न करण्याकरितां अशाच प्रकारचे लहानमोठ्या पुडांचा उपयोग करीत असतात. पुडाचा असाच उपयोग टेलिफोन व मायक्रोफोनमध्यें केलेला असतो. (ह्याचें वर्णन पुढें येणारच आहे) व ज्याअर्थी कोणत्याही पुडाचा मध्यबिंदू खालींवर झाल्यानें पुडांस उथळ शंकूचा आकार येतो त्याअर्थी ह्याच तऱ्हेचा बनलेला शंकू लाउडस्पीकरमध्यें (मोठ्याने आवाज काढणारा संचा) उपयोगांत आणलेला असतो. आ० ९३ पहा.



(आकृति नं. ९३)

या आकृतींत डाव्या बाजूस असणारा लाउडस्पीकरचा फनेल-सारखा शंकू अदृश्य अशा अतिसूक्ष्म तऱ्हेनें पण पुष्कळ वेळां म्हणजे (१ सेकंदांत ३० पासून ते ४–९ हजार वेळां) मागेंपुढें व खालींवर हलत असतो. त्यावेळीं अशा त्याच्या हलण्यानें त्याच्या निकट असलेल्या हवेच्या परमाणूंमध्यें एकदां घनत्व व एकदां विरलत्व घडून येऊन त्यांची परंपरा लहरींच्या रूपानें ऐकणारांच्या कानाच्या पोक-

ळींतील हवेपावेतों येऊन पोहोंचते व ऐकणारांस आवाज (स्वर व वर्ण) वगैरे ऐकूं येतो. अशा हवेंतील एका स्थित्यंतरास एक स्पंदन, तरंग, अथवा लहर असें म्हणतात; व एका घनतेपासून दुसऱ्या घनतेपावेतो अगर एका विरलतेपासून दुसऱ्या विरलतेपावेतो असणारे अंतरास तरंगांतर; (Wave length) म्हणतात. आकृतींत अकचट—लहर दाखविली आहे. अशा ल[illegible] १ सेकंदांत सारख्या विशिष्ट संख्येच्या होत असतां, कानांना जो ध्वनि ऐकूं येतो त्यांस स्वर अगर सूर असें म्हणतात. एका सेकंदांत हवेस बसणारे आघात जितके जास्त तितका हा सुर चढा (उदात्त सवनाचा म्हणजे पिच्चचा) असतो. जसें षड्जापेक्षां ऋषभ व ऋषभापेक्षां गांधार जास्त जास्त आघाताच्या अगर स्पंदनाच्या संख्येनें बनत असल्यामुळें हे सुर एकापेक्षां एक चढे असतात. लहरीच्या एका सेकंदांतील संख्येस त्या सुराची स्पंदनसंख्या (Vibrations) अगर तरंगावृत्ति (Frequency) असें म्हणतात. या तरंगावृत्तिवरून पिच्च ओळखतां येतो.

षड्जाच्या लहरीच्या दुप्पट लहरींनीं बनलेला जो चढा आवाज तोच वरच्या सप्तकाचा षड्ज असतो.

आवाजाची एका सेकंदांतील गति (व्हेलॉसिटी) नेहमींच्या हवामानाच्या साधारण स्थितींत सुमारें ११३० फूट असते. मध्यसप्तकांतील षड्जाची तरंगावृत्ति (फ्रीक्वेन्सी) २५६ असते. कोणत्याही सुराचे तरंगांतर (वेव्हलेंग्थ), आवाजाच्या गतीस म्हणजे ११३० फूट या संख्येला तरंगावृत्ति संख्येनें भागून जो भागाकार येईल, तितके फूट लांबीचे असते. त्याचे समीकरण, गती (व्हेलॉसिटी) ÷ तरंगावृत्ति (फ्रीक्वेन्सी) = तरंगांतर (वेव्हलेंग्थ) हे आहे.

उदाहरणार्थ, षड्जाचे तरंगांतर $\frac{११३०}{२५६}$ = ४·४ फूट असते.

एका सेकंदमध्यें ३२ स्पंदनापासून ८–१० हजारापावेतों (सुमारें ८–९ सप्तकें) स्पंदनामुळें अगर आघातामुळें जे आवाज उत्पन्न होतात तेवढेंच आवाज मानवी कानानें ऐकूं येणारे असतात; म्हणजे हीच कानानें ऐकू येण्याची मर्यादा असते. परंतु मनुष्याच्या गळ्यातून आवाज काढण्याची मर्यादा जास्तींत जास्त साडेतीन सप्तकांची असते. स्त्रियांचा व बालकांचा आवाज पुरुषांच्या आवाजापेक्षां एका सप्तकानें चढा असतो.

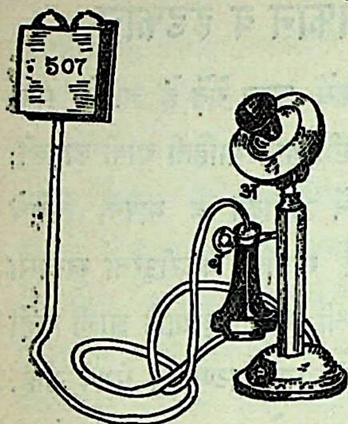
रेडिओने भाषेत कोणत्याही श्राव्य आवाजाच्या एका सेकंदांतील तरंगसंख्येस (श्राव्य तरंगावृत्ति) ऑडिओ फ्रिक्वेन्सी व विद्युत्कर्षक लहरीच्या तरंगावृत्तीस रेडिओ फ्रिक्वेन्सी म्हणतात. म्हणजे त्या अनुक्रमें A. F. व R. F. अशा संज्ञानी ओळखतात. एका सेकंदांतील श्राव्य तरंगावृत्ती ३०।३२ पासून १९।१६ हजारापावेतो व विद्युत्कर्षक लहरीची तरंगावृत्तीची मर्यादा ९ लाखापासून १९ लाखापावेतो म्हणजे श्राव्य कोटीच्या फार बाहेरची अशी असते.

आतां हवेंत झालेला आवाज कृत्रिम साधनाशिवाय मानवी कानानें ऐकू जाण्याची मर्यादा एकाद्या मैलापेक्षां अधिक नसते. असे जरी आहे तरी हवेंतील आवाजाच्या लहरींचें रूपांतर विद्युत्प्रवाहात करतां येऊन लहरी एका ठिकाणाहून तारेच्या मदतीनें टेलिफोन व मायक्रोफोनचा उपयोग करून विजेच्या गतीनें वाटेल तितक्या अंतरावर नेऊन तो आवाज ऐकावयास लावतां येतो; व तें कसें शक्य झाले तें पुढील विवेचनावरून समजून येणारें आहे.

१० टेलिफोन, मायक्रोफोन व हेडफोन.

आतांपावेतों रेडिओचें कार्य कसें घडून येतें हें चांगलें समजण्यास आवश्यक अशा बऱ्याच गोष्टीविषयीं माहिती द्यावी लागली; मुख्यत्वेंकरून विजेचा प्रवाह, त्याचें उत्पादन व मापन, विजेचे गुणधर्म, क्रिया व परिणाम वगैरे गोष्टींचा जरूरीपुरता खुलासा करावा लागला. यामुळें मुख्य विषयाची सुरवात अद्यापि झाली नाहीं हें पाहून एका प्रकारें वाचकांना कंटाळा वाटण्याचा संभव आहे. परंतु रेडिओचा विषय अलिकडचा असून तो ज्या जुन्या शोधांच्या पायावर रचला गेला आहे त्यांची मूलतः माहिती करून देणें अवश्य वाटल्यावरून ती माहिती देण्यांतच आमचा वेळ गेला व यामुळें वाचकांची या नवीन विषयाविषयींची जिज्ञासा आतांपर्यंत अतृप्त राहूं देणें आम्हांस भाग पडले. असें करण्यांत आमचा मुख्य उद्देश इतकाच आहे कीं ज्या वाचकांना शास्त्रीय माहिती कांहींही नाहीं अशा वाचकांना म्हणजे शाळेंतील १४-१५ वर्षांच्या मुलांना अगर साधारण जाणत्या वाचकांना तसेंच ज्यांना फारच थोडी अगर अपुरी माहिती आहे अशा वाचकांनासुद्धां ही माहिती उपयोगी पडावी व त्या सर्वांच्या ज्ञानांत कांहींतरी अधिक भर पडावी हें लक्षांत आणून ह्या विषयाचें विवेचन जितकें सुबोध व मनोरंजक होईल तितकें तें करण्याचा आम्हीं प्रयत्न केला आहे.

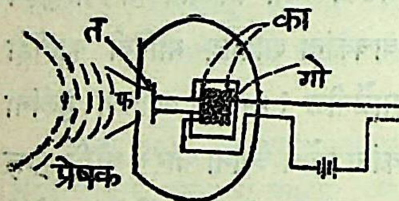
आतां रेडिओचें कार्य घडवून आणण्यांत टेलिफोन, मायक्रोफोन हेडफ़ोन, वगैरे साधनांचा उपयोग होतो म्हणून मागे सांगितलेच आहे; या करितां प्रथम त्या साधनांची व ही साधनें ज्या तत्त्वावर अवलंबून आहेत त्यांची माहिती खालीं दिली आहे.



(आकृति नं. ९४)

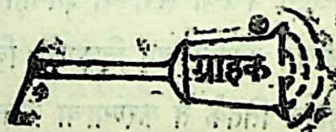
टेलिफोन——मागील प्रकरणांत वर्णन केल्याप्रमाणें पुडाच्या(डायफ्रॅमच्या) थरारण्याची क्रिया लक्षांत घेऊन वैकर्षकाच्या (इलेक्ट्रो मॅगनेट) (याचा खुलासा पान ३६ चे आरंभीं पहा.) साहाय्यानें बेलसाहेबांनीं टेलिफोन हे साधन ६०।६९ वर्षांपूर्वी शोधून काढिले (बाजूची आकृति ९४ पहा.)

यां टेलिफोनचे दोन भाग असतात. एकांस प्रेषक (ट्रॅन्समिटर—ज्याचेपुढें बोलावे लागते तो) व दुसऱ्यास ग्राहक (रिसीव्हर—ज्यामुळें ऐकूं येते तो) असें म्हणतात. प्रारंभीं या दोन्ही भागांची रचना सारखीच असल्यानें कोणत्याही



(आकृति नं. ९४ अ)

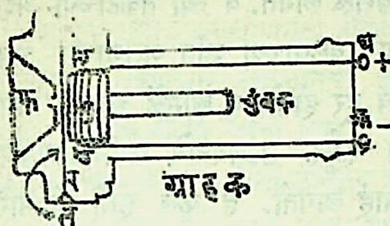
प्रेषकाचे कार्य ग्राहकानेच होत असे; म्हणून टेलीफोनने जोडलेला दोन्ही ठिकाणीं एकएक ग्राहकच असे. परंतु आलिकडे प्रेषक हा सूक्ष्मध्वनि वर्धक



(आकृति नं. ९४ ब)

(मायक्रोफोन) असल्याकारणानें हें कार्य अधिक सुकर झालें आहे.

टेलिफोनचा ग्राहक खालीलप्रमाणें असतो. आ. ९९ पहा. या आकृतींत ग्राहकाची रचना कशी आहे हे उघड करून दाखविले आहे. हा ग्राहक एक सुमारे १। इंच व्यासाचे व ९।६ इंच लांबीचे लाकडी नळकंडे आहे. त्यांत एक सळईच्या आकाराचा चुंबक वसविला आहे. (आकृतींत नळकंडे रेघांनीं दाखविले आहे). त्याच्या एका ध्रुवास लहान शुद्ध लोखंडाचा वाटोळा तुकडा चिकटून वसविला आहे. या तुकड्याभोवती रेशिमवेष्टित तारेचे वलय वसविले आहे. या वलयाची व आणि य ही दोन्ही टोकें या ग्राहयाच्या बुडाशीं असणाऱ्या ध आणि ऋ या दोन स्क्रूंना आंतून जडलेली आहेत. ध स्क्रूस विजेरीचे धनाग्र टोक जोडलेले आहे; व ऋ या स्क्रूस अंतरावर असणाऱ्या ग्राहकाकडून येणाऱ्या तारेचे टोक जोडलेले आहे. (आकृतींत त हे तकट रेघेसारखे दिसत आहे व ते बाणाग्रनें दाखविले असून र र या रवरी चिमट्यांनीं धरलेले आहे). तसेंच या वलयाचे ल बाजूचे तोंडाजवळ त हे शुद्ध लोखंडाच्या पातळ पत्र्याचे लवचिक वाटोळे तकट (डायफ्रॅम) वस-विले आहे. या तकटावर, बोलण्याकरितां, फ या फनेलच्या आकाराचे एक लोखंडी वाटोळे तोंड असें वसविले आहे कीं त्याची निमुळती बाजू तकटाच्या मध्याशेजारीं येऊन पोचलेली आहे. आतां



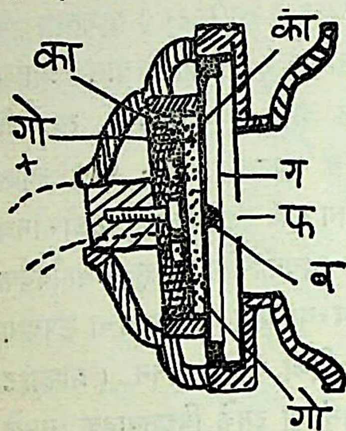
(आकृति नं. ९९)

या ग्राहकाचा प्रेषकासारखा उपयोग करून त्याच्या तोंडाच्या पसरट भागांत बोलले असतां त्या धक्क्यानें ते तकट मागे पुढें हलूं लागते म्हणजे तें तकट (डायफॅम) थरारूं लागते. व त्या तकटाच्या अशा थरारण्यामुळें त्या तकटाचा मध्य वलयाच्या आंत असणाऱ्या चुंबकाच्या ध्रुवाजवळ जातो व लगेच दूर होतो, व ह्यामुळें वलयांत वहाणाऱ्या विद्युत्प्रवाहाच्या शक्तींत कर्षुक उद्भावनानें कमीअधिकपणा उत्पन्न होऊन तो सर्व सरणींत वाहूं लागतो. हें कसें होतें तें मागें पान ४३ चें आरंभीं सांगितलें आहे. व त्यामुळें दूरच्या अंतरावरील ऐकणाराच्या कानाजवळ धरिलेलें ग्राहकांतील वलय याच सरणींत असल्यानें त्या वलयांतसुद्धां हा प्रवाह तितक्याच कमीअधिक शक्तीच्या प्रमाणानें वाहूं लागतो व त्यायोगानें त्या ग्राहकातील वलयापुढें असणाऱ्या तकटाचा (डायफ्रॅमचा) मध्य शेजाराल चुंबकाच्या ध्रुवाजवळ खेंचला जातो अगर दूर सारिला जातो व असें त्या तकटाचें मागेंपुढें होणें म्हणजे त्याचें थरारणें हें आणि बोलणाराच्या बोलण्याच्या धक्यामुळें त्याच्यापुढें असणाऱ्या प्रेषकांतील तकटाचें थरारणें हीं दोन्हीं इतकीं सारखी असतात कीं त्यामुळें जणूंकाय बोलणाराच त्याच्या कानाजवळ येऊन बोलत आहे असा आवाज त्या ग्राहकांतून त्यांस ऐकूं येतो; कारण सरणींत वाहणाऱ्या प्रवाहाची गति फारच असल्यानें बोलणारा व ऐकणारा यांच्यामध्यें कितीही मैलांचें अंतर असलें तरी ते समोरासमोर उभे राहून बोलत आहेत अशासारखें हें होत असतें.

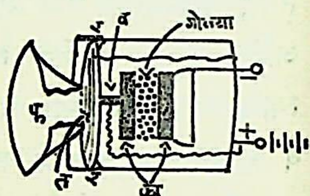
मायक्रोफोन अथवा माइक:—टेलीफोनच्या दोन भागांपैकीं ज्याचे-जवळ बोलावें लागते त्या भागास प्रेषक (ट्रॅन्स्मिटर) म्हणतात व जो भाग कानाजवळ धरला असता बोलणे ऐकूं येते त्यास ग्राहक (रिसीव्हर) म्हणतात. टेलीफोनचा शोध प्रथम निघाला त्यावेळी ग्राहक व प्रेषक ह्यांची रचना एकाच प्रकारची असे; परंतु त्यांत मायक्रोफोनचा प्रेषकाचे जागी उपयोग करूं लागल्यामुळे टेलीफोनचे कार्य ज्यास्त सुकर झाले आहे; अशा मायक्रोफोनला सूक्ष्मध्वनीवर्धक म्हणतात. ह्यांत असणाऱ्या रचनेची व त्याच्यांत ज्या तत्वाचा उपयोग केलेला आहे त्याची माहिती खाली दिली आहे. कार्बन (ग्राफाइट अथवा कोळसा) हे द्रव्य जरी धातूंच्या इतकें विद्युत्वाहक नसले तरी त्याच्या ह्या वाहकपणाच्या गुणाचा असा एक विशेष धर्म आहे कीं त्याच्यावर कमी अधिक दाब येऊन त्या द्रव्यातून विद्युत्प्रवाहास जावे लागले तर त्याच्यातील हा वाहकपणा कमी अधिक होतो; कारण त्यावर दाब ज्यास्त आला असता त्याचा स्पर्श दुसऱ्या वाहक द्रव्याशी अधिक जोराचा होतो व म्हणूनच त्याच्यातून वाहणारा विद्युत्प्रवाह अधिक शक्तीचा (एम्पीअरचा) होतो. ह्याकरितां कारबनच्या चकतीचा अगर गोळ्यांचा उपयोग प्रवाहाचे शक्तीत कमी अधिक फेरफार घडवून आणण्याचे कामी मायक्रोफोनमध्ये केलेला असतो.

मायक्रोफोनची रचना—(आकृती ९६ अगर ९६ अ पहा) या आकृतीत ग हे कोणत्याही धातूचें थरारणारे गंजीफवजा तकट आहे व का का ह्या दोन ग्राफाइटच्या चकत्यामध्ये पकडून धरलेल्या

ग्राफाइटच्या गोळ्या आहेत. ग हे तकट जवळच्या चकतीचे मध्यावर बसविलेल्या कार्बनच्या ब ह्या बटनला असे चिकटून बसविले आहे कीं, आवाजाचे हवेस बसणाऱ्या धक्यामुळे थरारणाऱ्या तकटाचा चकतीवर कमी अधिक दाब येतो. ह्या बटनला विजेरीचे धनाग्र जोडता येईल अशी सोय केलेली असते व तकटाचे पुढे फ हे फनेलच्या आकाराचे तोंड बसविलेले आहे; त्याचे समोर कोणताही आवाज निघाल्यास हवेस बसणाऱ्या धक्यामुळें हे तकट थरारू लागते.



(आकृति नं. ९६)



(आकृति नं. ९६ अ)

फ ह्या फनेल सारख्या तोंडापुढें कसलाही लहान मोठा आवाज निघाला तरी हवेस बसणाऱ्या आवाजाच्या धक्यांमुळे आतले बाजूस असणारे त हे तकट थरारूं लागून कार्बनचे चकतीवर व नंतर गोळ्यावर दाब पडूनच बटनमधून शिरणारा प्रवाह कमी अधिक जोरानें सरणीत वाहू लागतो; असा कमीअधिक शक्तिचा प्रवाह वाटेल तितक्या अंतरावर असणाऱ्या ग्राहकाशी तारेने जोडून ती सरणी पूर्ण करावी लागते व ज्या प्रमाणांत प्रेषकातील त हे तकट थरारते त्याच प्रमाणांत दूरच्या ग्राहकातील तकट थरारून प्रेषणस्थळीं काढलेला आवाज जशाचा तसाच त्यातून ऐकू येतो.

मायक्रोफोनचा उपयोग करणे झाल्यास तो एकाद्या स्टँडवर चारी बाजूंनी अधांतरी धरून ठेवलेला असतो (आ. नं ९७) अगर आडव्या दांड्यापासून हवेत लोंबता ठेवावा लागतो. म्हणजे फक्त आवाजाने हवेत उत्पन्न होणाऱ्या धक्क्यांशिवाय दुसरा कशाचाही धक्का अगर दाव त्यांतील तक्टावर बसत नाहीं. मायक्रोफोनचा उपयोग, वक्त्याचें भाषण दूरवर बसणाऱ्या श्रोत्यांना ऐकू जाईल असे साधन म्हणून करता येतो. अशा वेळीं कर्णा असलेले ग्राहक



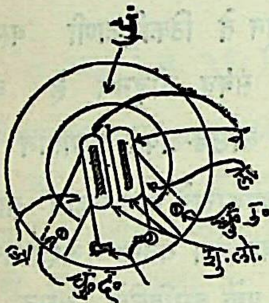
(आकृति नं. ९७) उपयोगांत आणून ते ठिकठिकाणी बसवून मायक्रोफोनचा त्यांच्याशीं तारेनें संबंध जोडूनच हे कार्य घडवून आणितां येते; अशा साधनास लाउड-टॉकर म्हणतात

हेडफोन (कर्णपुटक :—डबीच्या आकाराचे दोन लहान ग्राहक ऐकणाऱ्याच्या दोन्हीं कानांवर चिकटून बसविता येतील अशा तऱ्हेने एका बाकदार कमानीचें दोन्ही टोकांस पक्के बसविलेले असून ती कमान डोक्यांवर चढवितां येते. अशा साधनास हेडफोन (कर्णपुटक) म्हणतात; (आ० ९८ पहा.) ह्या कर्णपुटकांचा उपयोग लहान शक्तीच्या स्फटिक यंत्राशी जोडून गायन वादन ऐकण्याच्या कामीं करतां येता. विशेषेंकरून याचा उपयोग वैमानिकांस बिनतारी संदेश ऐकण्याच्या कामीं चांगलाच होतो; कारण कानावर हीं



(आकृति नं. ९८)

कर्णपुटकें गच्च बसल्यानें विमानाच्या पंख्याचा आवाज चालू असताहीं त्यास न जुमानतां विनतारी संदेश त्याला ऐकूं येतात. यातील दोन्हीं पुटकें एकाच सरणीत गोविलेली असून तिचा संबंध विमानांत असणाऱ्या ग्राहक यंत्रास जोडलेले असतो. अशा हेडफोनची (कर्णपुटकांची) आंतील रचना मागें वर्णन केलेल्या ग्राहकाच्या तत्वावरच केलेली असते. त्याचा आकार खालील आकृतीप्रमाणें असतो. त्यांतील चुंबक वाटोळा असून डबीच्या बुडांशीं बसविलेला असतो व लोखंडाचे तुकडे ध्रुवाचें टोकाशीं उभे बसविलेले असतात. (आकृति ९९ पहा.). वरील तत्वाचाच उपयोग रेडिओच्या लाऊड स्पीकरमध्यें केलेला आहे. त्याचे विवेचन पुढें येणारे आहे.



(आकृति नं. ९९)

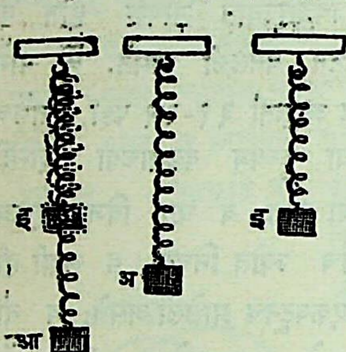
टेलिफोन मायक्रोफोन लाउड स्पीकर वगैरे साधनांचा उपयोग दोन्हीं ठिकाणास तारेने जोडून व तिच्यांतून विद्युत्प्रवाहास घालवूनच करावा लागतो. परंतु विनतारी संदेशाचें कार्य घडवून आणण्याचें कामी अगर रेडिओचे कामी उपयोगी पडणाऱ्या विद्युतशक्तीचें स्वरूप तारेतून वाहाणाऱ्या विद्युत् प्रवाहातील शक्तीच्या स्वरूपाहून अगदीं भिन्न प्रकारचे आहे. याप्रकारची विद्युतशक्ती, विद्युत्कर्षक लहरी बरोबरच तारेच्या मदतीशिवाय आकाश तत्वातून वाहत जाणारी असल्यानें रेडिओचें कामीं उपयोगी पडते, तें कसें होतें हे पुढील प्रकरणांत दिलें आहे.

११ विद्युत् कर्षक लहरी.

धारणीचें वर्णन करितांना (पान ६० वरील आकृति ४१ पहा.) तिच्या दोन्हीं पत्र्यावर धन व ऋण विद्युतसाठे मावेनासे झाल्यावर त्यांना सुद्धाम करून दिलेल्या जवळच्या क. ड. मार्गानें एकमेकांत मिसळूं दिल्याने जी विद्युत्ज्योत उत्पन्न होते ती एकच नसून हजारो ज्योती एकवटून बनलेली असते, हें मागे सांगितलेच आहे. (पान ९२-९३ व आकृती ३१-३२ पहा.) तसेंच विभावनवलयानें उत्पन्न होणाऱ्या दुय्यम वलयाच्या दोन्हीं टोकांतून निघणाऱ्या उच्च ऊर्जाच्या ऋण व धन विजा एकत्र मिसळूं दिल्याने वरील प्रकारचीच ज्योत निघते; व अशी ही बनणारी ज्योत पुष्कळ ज्योती एकवटूनच झालेली असते; व ती वीजकांचीं आंदोलने होत होत बनत असते. अशा प्रत्येक आंदोलनाचें वेळीं आकाशतत्वांत चलबिचल होऊन लहरी उत्पन्न होतात व त्या अती वेगाने सर्व दिशेनें वाहत जातात. त्याच ह्या विद्युत्कर्षक लहरी असतात. ह्या लहरींना विद्युत्कर्षक असे नांव देण्याचें कारण असे कीं, त्या गोलाकार असून प्रत्येकींत विद्युत् क्षेत्र व चुंबक क्षेत्र (कर्षक क्षेत्र) एक दुसऱ्याच्या लंब पातळींत असून दोहोंच्या पकडींत शक्तीच्या अंशास आपले बरोबर घेऊन वाहणाऱ्या अशा असतात; व म्हणूनच यांचा उपयोग रेडिओचे अगर दूरदर्शन-यंत्राचे (टेलीव्हिजन) कार्य घडवून आणण्यांत होऊं शकतो.

वरील प्रमाणेंच साठवरणीच्या बाहेरील भांड्यास (पान ९८ वरील आकृति ३७ पहा) व दांड्यावरील गोलकास आक-

ज्याच्या दोन्ही टोकांनीं स्पर्श केल्यास ऋण व धन विजा एकत्र मिळत असता विद्युत् ज्योत निघते व ही ज्योत एकच नसून ऋण व धन वीजा आंदोलनें करीत करीत एकमेकांत मिसळत असतां शेंकडों ज्योतींची बनलेली एक जोत असते. (तिचे छाया चित्र पान ९३ वरील आ. ३२ मध्यें दाखविलें आहे ते पहा). [ही आंदोलनें कशी असतात त्याची कल्पना वजनामुळें खालीवर हलणाऱ्या स्प्रिंगच्या आंदोलनावरून येणारी आहे.] (आकृति ६० पहा.)



(आकृति नं. ६०)

धारणी रिकामी होण्यास लागणारा काळ अगर साठा वरणीचे योगानें विद्युत्जोत उत्पन्न करण्यास लागणारा काळ हा जरी एका सेकंदाचा कितीहि लहान अंश असला तरी तेवढ्याच कालांत ही आंदोलनें सहस्रांनीं मोजली जाण्याइतकी पुष्कळ होत असतात.

ही आंदोलनें विजकांच्या जाण्यायेण्यामुळें होत असल्यानें तीं यातायात विद्यूत् प्रवाहास उत्पन्न करितात; अशावेळीं शेजारील आकाशतत्त्वांत जी चलबिचल अगर जे लहरीरूपी परिणाम होतात तेही तितक्या संख्येचे असतात व तितक्याच कालांत घडून येणारे असतात व ह्या लहरींनाच विद्युत्कर्षक लहरी म्हणतात.

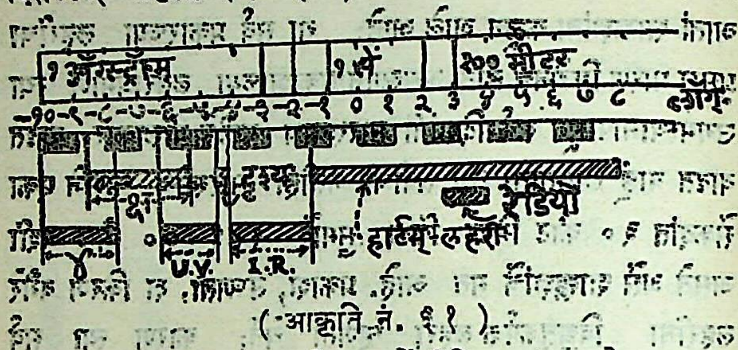
वर दर्शविलेल्या विद्युत कर्षक लहरी व प्रकाशाच्या उष्णतेच्या

अगर क्ष किरणाच्या लहरी या सर्व एकाच जातीच्या लहरी आहेत असें आतां शास्त्रज्ञांना कळून आले आहे; या सर्व प्रकारच्या लहरींचा प्रसार प्रारण क्रियेनेच होत असल्यानें प्रकाशाच्या लहरीप्रमाणें त्या उगमस्थानापासून सर्व दिशांनीं सारख्याच गतीनें गोलाकार वाढत वाढत वाहूं लागतात; त्या सर्वांची गतीहि सारखीच म्हणजे एका सेकंदांत ३० कोट मिटर किंवा सुमारें १८६००० मैल अशी असते असें शास्त्रज्ञांचें मत आहे. प्रकाश, उष्णता, क्ष किरण वगैरे लहरींना विद्युत्कर्षक लहरी म्हणता येतें; कारण त्या सर्व निरनिराळ्या ठराविक मर्यादेच्या तरंगायामाच्या (wave-length) लहरी असल्यानें व निरनिराळ्या शक्तींची रूपें आहेत हें कळून आल्यानें व विद्युत् शक्ती व चुंबक शक्ती अगर विद्युत्क्षेत्र व चुंबकक्षेत्र अशा दोन्ही प्रकारच्या सामर्थ्यासह वाहणाऱ्या असल्यानें ह्या सर्व लहरीना विद्युत्कर्षक लहरी (Electro-magnetic wave) हे सार्थ नांव दिलेले आहे.

प्रारण यंत्राचें म्हणजे रेडिओचे उपयोगीं पडणाऱ्या विद्युत्कर्षक लहरी ह्यांची तरंगावृत्तिसंख्या एका सेकंदांत लक्षापासून तो १५० लक्ष पावेतोची असते व या १२।१५ मिटर लांबपासून ३।४ हजार मिटर पावेतो तरंगायामाच्या हुकमी तऱ्हेनें उत्पन्न करितां येण्याचें शक्य झाले आहे. अशा लहरींचाच रेडिओचे कामीं उपयोग करितां येतो.

वर दिलेल्या सर्व प्रकारच्या लहरींचा चित्रपट प्रकाशाचे किरणाच्या रंगपटाप्रमाण काढणें झाल्यास तो पुढील आकृतिप्रमाणें

दिसेल (आकृति ११ पहा). त्यांत ह्या लहरी अगदीं लहानांत



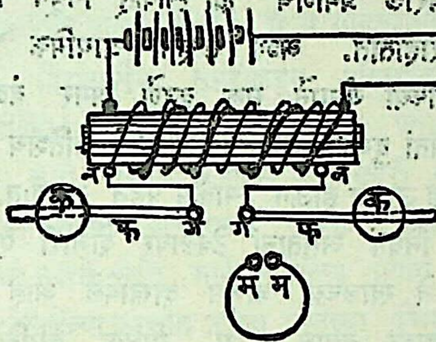
(आकृति नं. ११)

लहान तरंगायामाच्या म्हणजे एका सेंटीमिटरच्या दशकोट्यांशाच्या लांबीपासून तों मोठ्यांत मोठ्या लांबीच्या म्हणजे लाखो मिटर लांबीच्या तरंगायामाच्या दाखविल्या आहेत व त्यांच्यांतील रेडिओंच्या उपयोगी पडणाऱ्या कोणत्या हे स्पष्ट दाखविलें आहे व दृश्य ह्या नांवानें दाखविलेला अतिशय लहान भाग हा प्रकाशांच्या लहरींचा आहे व तो भाग वरील पटाशीं तुलना करितां त्या पटाचा किती लहान भाग आहे हे वाचकांनीं लक्षांत घ्यावें.

वरील पटातील रेडिओला उपयोगी पडणाऱ्या वैजिक कर्षुकलहरींचा शोध १८६९ सालीं लागला; परंतु त्याचा उपयोग मनुष्यांस कोणत्याही कार्यांत करून घेतां येत नव्हता. तसेच जरी ह्या लहरींचा वेग प्रकाश लहरींच्या वेगाच्या बरोबरीचा असतो (म्हणजे त्या लहरी उत्पन्न केलेल्या ठिकाणापासून एका सेकंदांत सातवेळा पृथ्वी प्रदक्षिणा करून येतात) तरी त्या ओळखतां येण्याचें कोणतेंही साधन माहित नसल्यानें त्याचा कोणत्याही कामांत उपयोग करून घेतां आला नाहीं. आकस्मिक तऱ्हेनें विभावन वलयांच्या (Induction

coil च्या) मदतीने निघणाऱ्या विद्युत्ज्योतीसारखे कांहीं प्रयोग करून पहातां असतां, हर्ट्झ साहेबास या लहरींना ओळखण्याचे सहज साधन मिळाले. त्याची कच्ची माहिती खालील वर्णनाकडे लक्ष दिले असतां सहज कळून येणारी आहे.

यांत्रिक विभावन वलयाच्या मदतीमुळे विद्युज्ज्योत उत्पन्न करतां



(आकृति नं. ६२)

येते हे मागे सांगितले आहे. (आ. २९ व ३१ पहा). त्या आकृतीतील विभावन वलयाप्रमाणेच या आकृती मधें (आकृती ६२ पहा.) विजेरीस जोडलेले प्राथमिक वलयाभोंवती दुय्यम वलय असून त्याची न न ही दोन टोके निरोधकावर बसविलेल्या धातुच्या फ फ सळयांना तारांनी जोडिलीं आहेत. फ फ सळयांवर मागपुढें सारता येण्यासारखे धातुचे क क हे दोन मोठे सारख्या आकाराचे पोकळ गोलक बसविले असून सळयाच्या आतील टोकावर ग ग हें दोन लहान गोलक थोडे अंतर (Spark-gap) ठेवून पक्के बसविले आहेत. प्राथमिक वलयांत विजेरीचा प्रवाह चालू अगर बंद करतांक्षणीच दुय्यम

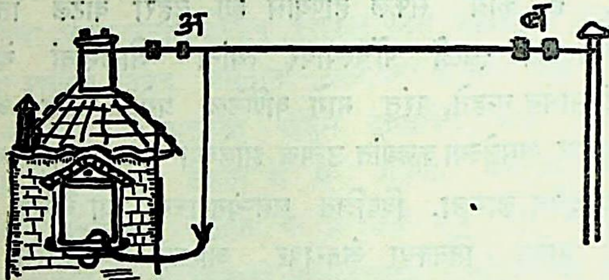
वलयांत यातयातीचा प्रवाह वाहूं लागतो व अशा वेळीं क क गोलका पैकीं एकावर ऋणविद्युतेचा सांठा तर दुसऱ्यावर घन विद्युतेचा सांठा होऊं लागून तो त्यांच्यांत मावेनासा झाल्यामुळें ग ग गोलकांमधील जागेंत मिसळू लागल्यानें स्पार्क निघते; व अशी स्पार्क वीजकांची आंदोलने होतहोतच निघत असते. म्हणजे प्राथमिक वलयामधून प्रवाहाची जा यें चालू असतां वरील प्रमाणेंच ह्या स्पार्कस् निघून विजकांची आंदोलनें चालू रहातात. अशा तऱ्हेने प्राथमिक वलयातून प्रवाह जोडतोडीच्या योगानें सुरू करणें अगर बंद करणें, हे चालूं ठेवले असतां दुय्यम वलयातून क्षणोक्षणी अतिशय उर्जांचा यातायातीचा प्रवाह उत्पन्न होऊन स्पार्कस् पडत रहातात. एकदा अशा ह्या स्पार्कस निघत असतानां टेबलावर शेजारी एक कडे होते. (आकृतीत ते खालच्या बाजूस दाखविले आहे). त्या कड्याच्या दोन तोंडावर लहान म म गोलक बसविले असून ते एकमेकास मिळालेले नाहींत व हे कडे एक तार वाकवून बनविलेले आहे व तें निरोधकावर बसविलें आहे. (निरोधकाचा दांडा आकृतित दाखविला नाहीं). त्याची दोन्हीं टोके अगदीं थोड्या अंतरावर सुटी आहेत. व ज्यावेळीं विद्युत् ज्योत ग ग गोलकांतून निघे त्यावेळीं सळयांवरील मागेपुढे सरणारे गोळे कांहीं विशिष्ट अंतरावर असल्यावेळींच तेवढे या शेजारच्या धाकट्या कड्यातील म म गोलकातून विद्युत्ज्योत निघत असे. आतां आकाशतत्वांत आंदोलने उत्पन्न झाल्यानें ज्या लहऱ्यंतराच्या विद्युत्कर्षक—लहरी उत्पन्न होतात ते लहऱ्यंतर क क गोलकांतील असणाऱ्या विवक्षित अंतरावर व त्या गोलकांस जोडणाऱ्या फ सळईच्या लांबीवर अवलंबून असते. (हें कां असावे लागते

याचा खुलासा पुढें येणार आहे). व तसेच अशावेळीं कड्यांतील म म गोलक व कड्याच्या वर्तुळाचा व्यास यांचा विवक्षित मेळ होता म्हणून म म गोलकातून विद्युत्ज्योत निघे; अशा वेळीं विभावन वलयातील (Induction coil) विद्युत् ज्योतीमुळे आकाशतत्वांत उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत्कर्षक लहरी कड्याकडून विवक्षित स्थितीतच ग्रहण केल्या जात असल्यानें त्या म म गोलकातून ज्योत निघे.

या विद्युत्कर्षक लहरींकडून पहिल्यांदा जें कार्य घडवून आणितां आलें, तें विनतारी (Wireless) संदेशाचें होय. हें कार्य सफल होण्यांस ह्या लहरी वाटेल तितक्या अंतरावरच्या स्थळीं पोंचल्यावर त्यांना ओळखतां येण्याचें कांहीं साधन नव्हते, परंतु मागें वर्णिलेला प्रयोग करीत असतां, तेथें सहज असलेल्या कड्यांत उत्पन्न झालेल्या विद्युत्ज्योतीचेयोगानें त्याचा शोध लागला. विवक्षित लहऱ्यंतराच्या या वैजिक कर्षुक लहरी वाटेल तितक्या अंतरावर ओळखूं येण्याकरितां त्याच लहऱ्यंतराच्या वैजिककर्षुकलहरी तेथील ग्राहकयंत्रांत विजेरीच्या व एरिअलच्या साहाय्यानें ग्रहण करविणे हेंच तें साधन होय. अंतरिक्षांमध्येंच निरोधकावर बसविलेल्या धातुच्या तारेचा (जिला ॲंटिना अगर 'एरिअल' म्हणतात.) भूमीशीं अगर कोठेही संबंध येऊं न देतां, तिला यंत्राशीं जोडून त्या यंत्रातून निघालेलें तिचे दुसरें टोक पृथ्वीशीं अगर पाण्याच्या नळीस जोडावें लागतें. मागें सांगितलेंच आहे कीं, वैजिक—कर्षक लहरींना कोणतीही गोष्ट आड येत नाहीं, म्हणजे डोंगर टेंकड्या वगैरे सर्व वस्तूंच्या

त्या पार जाऊं शकतात परंतु धातू अगर उत्तम वाहक हे त्यांना ग्रहण करितात; अशा वाहकांकडून त्या प्रथम पकडल्या जातात व वाहकाच्या तारेच्या पृष्ठ भागाच्या मार्गाने भूमीकडे जाऊं पहातात अशा त्यांना जमिनीकडे पोंचण्यापूर्वी एरिअलच्या साहाय्याने ग्राहक यंत्रांत घालवून त्यांचा परिणाम त्यास जोडलेल्या लाउडस्पीकरवर होतो व त्यामुळे गायन वादन ऐकूं येते; हें कसें होते ह्याचा खुलासा पुढे येणारा आहे.

एरिअल अथवा अँटिना :— हा तांब्याच्या तारेचा असतो.



(आकृति नं. ६३)

ही तार दाभणाच्या जाडीची असते, व ती निदान ९०—६० फूट लांब असावी लागते. (आकृती ६३ पहा). या तारेचे एक टोक एखाद्या उंच ठिकाणीं उभ्या केलेल्या बांबूच्या वरच्या टोंकावर एका निरोधकाच्या कडीला अडकाविलेले असते. ही कडी



(आ. नं. ६४) (आकृति ६४ पहा.) निरोधकाची म्हणजे पोर्स-

लीनची अगर कांचेची असते. मग ती तार या निरोधकाच्या कडी-पासून आडवी नेऊन ३०—४० फूट लांबीचे अंतरावरील घराचे एकाद्या उंच भागाचे टोंकावर बांधिलेल्या निरोधकाच्या कडींतून ओवून, जेथें रेडिओचें यंत्र असतें, तेथें खालीं आणून वाहक पदार्थाचा स्पर्श होऊं न देतां व कोठेंही न टेकतां, यंत्राला त्याच्या विवक्षित जागीं जोडलेली असते. या यंत्रांतून तिचें दुसरें टोंक बाहेर पडून, जमिनीकडे नेऊन, जमिनींत पुरलेल्या तांब्याच्या पत्र्यास जोडिलेलें असतें किंवा घरा-मधील जमिनींतून येणाऱ्या पाण्याच्या नळीस पकडीच्या साधनानें घट्ट जोडलेली असते. वर सांगितलेली तांब्याची तार ही ९।६ पदरांनीं बनलेली एकजीवाची असल्यास ज्यास्त चांगलें, मात्र तिची जाडी दाभणापेक्षां ज्यास्त असूं नये. तविर एनॅमलचें आवरण असावें लागतें. ही एरिअलची तार पोर्सलीन कडीपासून निघून पृथ्वील समांतर दिशेनें आणून घराच्या उंच भागी असलेल्या निरोधकापासून खाली आणलेली असते, व ती जितकी जास्त उंचीवरून आणलीअसेल तितकें चांगलें. रेडिओपावेतों जोडलेल्या तारेस एरियल म्हणतात, व यंत्रांतून निघालेले टोंक जमिनीकडे जातें तिला पृथ्वीची तार म्हणतात. ही एरियल तार कधींकधीं नुसत्या उंचींच्या दोन अस-णाऱ्या निरोधकांवर आडवी बसविलेली असते, व यंत्राकडील बाजूस खालीं सरळ आणलेली असते किंवा ती कधींकधीं नुसत्या सारख्या उंचीवर असणाऱ्या दोन निरोधकांवर आडवी बसविलेली असते. त्याच्या एका टोंकाजवळून तिला दुसरी तार जडवून, खालीं उभी सरळ जमिनीकडे आणून यंत्रास जोडलेली

असते. तिचें दुसरें टोंक यंत्रातून बाहेर निघाल्यावर पृथ्वीची तार म्हणून संज्ञा पावून वरीलप्रमाणें पृथ्वीशीं जोडलेली असते. या एरियलप्रमाणें आडव्या गेलेल्या तारेची लांबी तिच्या उंचीच्या तारेशीं काय प्रमाणांत असावी याचा खुलासा पुढें येणार आहे.

अशा प्रकारचे एरिअलचा उपयोग ज्यावेळीं जहांजावर करावा लागतो, त्यावेळीं एका डोलकाठीच्या वरच्याटोंकाला अडकविलेल्या निरोधकाच्या कडीपासून ही एरिअलची तार निघून दुसऱ्या डोलकाठी-च्या वरच्या टोंकावर बसविलेल्या निरोधाकाच्या कड्यांतून ओवून, खाली उभी आणून जहाजावरील ग्राहक यंत्राशीं जोडलेली असते. व अशावेळीं पृथ्वीकडे जाणारें दुसरें टोंक पृथ्वीच्या ऐवजी जाहाजा-च्या बुडाशी जोडलेलें चालतें.

ग्राहकस्थळीं असलेल्या अशाच एरिअलवर प्रेषक स्थळापासून वाहणाऱ्या विद्युत्कर्षक लहरी येऊन आदळल्यानें ग्राहकयंत्राकडून त्या ग्रहण केल्या जातात.

अशा तऱ्हेचीं यंत्रे समुद्रांत वाटेल तेथें चालू असणाऱ्या गलबताच्या ठिकाणीं ठेऊन त्या गलबतावर आलेल्या संकटाची वातमी कोणत्याही गलबतावरील माणसांना तेथील अशा यंत्राच्या मदतीनें देतां येते. अशा गलबतावरील ग्राहकास 'बिनतारी संदेश ग्राहक' ह्मणतात. ज्या यंत्राच्या योगानें, या लहरींचा संदेश पाठविला जातो, त्या यंत्रास (Transmitter) प्रेषक असें ह्मणतात. जसें हें यंत्र अँटिनामार्फत वैजिक-कर्षक-लहरी ग्रहण करणारें असतें त्याप्रमाणें त्याच्याकडून त्याच लहऱ्यंतराच्या विद्युत्कर्षक लहरी बाहेर फेकल्या

जातात, म्हणजे हेंच यंत्र त्या लहरींचें ग्राहक अगर प्रेषक बनूं शकतें. असें करितां येऊं लागल्यानेंच बिनतारी संदेशाचें कार्य घडून येऊं लागलें आहे. वाटेल तिकडे दर्यावर असणाऱ्या लहानमोठ्या सर्व गलबतांवर अशा यंत्राची योजना केलेली असते. त्यांवर आलेल्या कोणत्याही संकटाची बातमी S–O–S (Save Our Souls) दूर-दूरच्या सर्व बंदरांवरील ठिकाणीं व दूरदूर चालू असणाऱ्या गलबतां-वर पोंचवितां येऊं लागली, व याप्रमाणें ग्राहक प्रेषक अशा सर्व यंत्राचा उपयोग होऊं लागला. हीं बंदरावरील अगर गलबतांवरील संदेशाची देवघेव सररहा होण्यास या सर्व यंत्रांतील उत्पन्न होणाऱ्या लहरींचें लहऱ्यंतर सर्वांनीं ठरविलेलें एकच असतें; त्यामुळें हें चालू शतकांत हजारों गलबतांना प्रसंगांतून या यंत्राच्या सहाय्यानें दुसऱ्याची मदत मागून वांचवितां येऊं लागलें. विवक्षित लहऱ्यंतराच्या लहरी उत्पन्न करणारी प्रेषक व ग्राहक अशा दोन्हीं यंत्रांची स्थिति कायम ठेविली असल्यानें, वाटेल त्यावेळी कोठूनही बातमी अगर संदेश आल्यास तो कळावा म्हणून कायम पहारा सर्व यंत्रांच्या ठिकाणीं ठेवावा लागतो

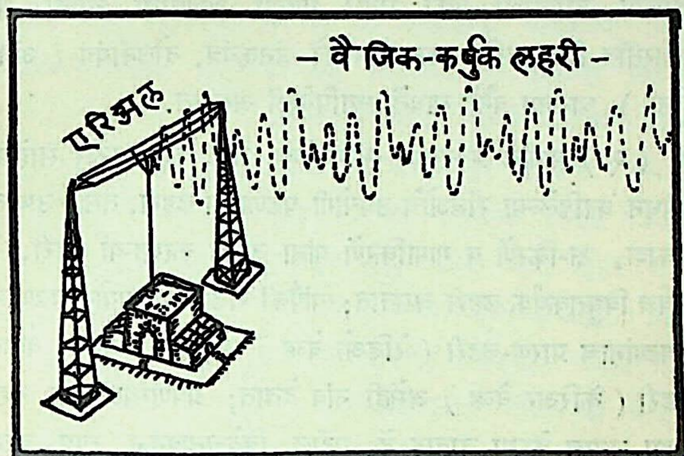
मागें एकदां सांगितलेंच आहे कीं, बिनतारी संदेश यंत्रानें जे संदेश पोंचवितां येऊ शकले ते सांकेतिक खुणा उत्पन्न करितां आल्यानें शक्य झालें, व त्या खुणा कांटा हलण्याच्या व आवाज काढण्याच्या योगानें करितां येऊं लागल्या.

वर जो सांकेतिक आवाज सांगितला तो एकमात्रा टिकणारा अगर दोन तीन मात्रांपावेतों टिकणारा निरनिराळ्या क्रमानें काढून त्यावर हे संकेत बसविलेले असतात. बिनतारी संदेश (wire-less) सर्व ठिकाणीं पोंचला जावा असा जेव्हां हेतु असतो, तेव्हां प्रेषक व

ग्राहक यंत्रें विवक्षित लहऱ्यंतराचीं जुळतीं अशीं असावीं लागतात; पण या तऱ्हेचा संदेश सर्वांना न समजूं देतां विवक्षित स्थळीं—मग तीं कितीही असोत—पोचविला जावा असे असल्यास ही लहऱ्यंतराची संख्या प्रगट केलेली नसून, ग्राहक व प्रेषक यांनीं उभयतांच्या सल्ल्यानें ठरविलेली असते. तरीपण एखाद्यानें प्रयत्न केल्यास संदेश काय चालू आहेत हें कळणें अगदीं अशक्य नसते; म्हणून अशावेळीं नुसतीं अक्षरे कळविलीं जाऊन, त्यांची सांकेतिक भाषा समजण्याची किल्ली संदेश पाठविणारा अगर घेणारा, या दोघासच माहीत असावी लागते. परंतु अलिकडे नवीन शोधून काढलेल्या युक्तीनें या विद्युत्कर्षक लहरी उत्पन्न केल्यानंतर त्याना केंद्रीभूत करून, विवक्षित दिशेने वाहाण्यास लावितां येऊं लागलें आहे. प्रकाशाच्या झोताप्रमाणें या लहरींचा झोत बनवून, त्या विवक्षित प्रकारच्या परावर्तक ग्राहकाकडून ग्रहण केल्या जातात; अशा यंत्रास झोताचें विनतारीं संदेशयंत्र (Beam-wireless) म्हणतात. रेडिओच्या योगानें गायन इत्यादि, हें सर्व जगभर ऐकूं जावें असा जेव्हां हेतु असतो, तेव्हां प्रेषण स्थळापासून विवक्षित संख्येच्या लहऱ्यंतराच्या वैजिककर्षुक लहरी उत्पन्न करून त्या फेकल्या जातात व त्यांचा उपयोग वाटेल त्या ठिकाणीं व वाटेल तितक्या ग्राहकाकडून गायनवादन ऐकविण्याचे कामी करतां येतो.



१२. प्रेषणस्थळ



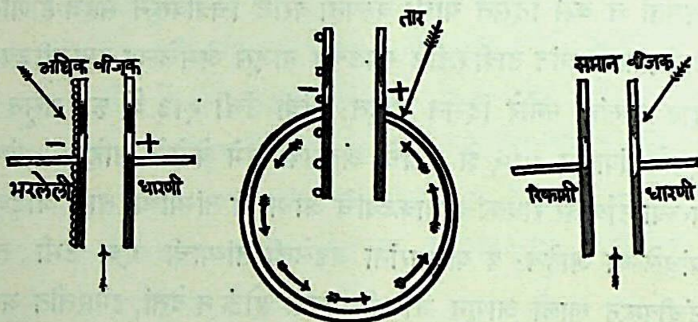
प्रेषणस्थळ

(१) बऱ्याच अंतरावरून एकाद्या प्रेषणस्थळाकडे पाहिलें असतां तें कसें दिसतें याची कल्पना वरील चित्रावरून सहज होणारी आहे. या चित्रांत डावीकडील खालच्या बाजूस असलेल्या इमारतीजवळ दोन लोखंडी मनोरे दिसत आहेत; त्यांची उंची २।३ शें फूट असून ते एकमेकांपासून ४।५ शें फुटांचे अंतरावर उभे केलेले आहेत. त्यांच्या वरच्या टोंकांवर रोधकांचे आकड्यांचे आधारानें तांब्याच्या तारा आडव्या बांधलेल्या आहेत; व या तारांना जडलेली तांब्याची एक उभी तार उंचीवरून खालीं आणून जमिनीस स्पर्श होऊं न देतां, इमारतींत असणाऱ्या दोलनीयंत्राचे एका बाजूस विवक्षित ठिकाणीं जोडलेली असते, व त्या यंत्राचे दुसऱ्या बाजूपासून निघणारी दुसरी एक तार, जमिनी-

मध्यें कांहीं खोलीवर मुद्दाम पुरलेल्या तांब्याच्या पत्र्यास जोडून, तिचा तेथल्या जमिनीशीं पक्का संबंध घडवून आणलेला असतो. याच इमारतींत विद्युत्‌शक्ति उत्पन्न करणारें जनकयंत्र, दोलनीयंत्र (ऑसिलेटर), धारण्या वगैरे साधनें स्थापिलेलीं असतात.

(२) मागील प्रकरणांत सांगितलेंच आहे कीं, हर्टस् साहेबानें शोधून काढिलेल्या रेडिओचे उपयोगी पडणाऱ्या लहरी, तसेंच उष्णता, प्रकाश, क्ष-किरणें व गामाकिरणें यांना उत्पन्न करणाऱ्या लहरी, या सर्वच विद्युत्कर्षक लहरी असतात; त्यांपैकीं रेडिओचे उपयोगी पडणाऱ्या तेवढ्यांनाच प्रारण-लहरी (रेडिओ वेव्ह) म्हणतात. यांना वाहक-लहरी (कॅरिअर वेव्ह) असेंही नांव देतात; प्रेषणस्थळीं या लहरी कशा उत्पन्न केल्या जातात हें पुढील विवेचनावरून स्पष्ट कळून येणारें आहे.

(३) मागें आपण पाहिलेंच आहे कीं, धारणीच्या (कंडेन्सर)

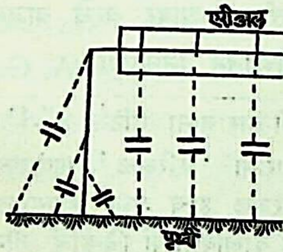


(आ० नं. ६५ अ) (आकृति नं. ६५ ब) (आकृति नं. ६५ क)

दोन पत्र्यांपैकीं एकावर जास्त वीजक असल्यामुळें धारणी चार्ज

केलेली आहे असें आपण म्हणतों (आ० ६५ अ पहा); व तीच रिकामी होते वेळीं म्हणजे त्या वीजकांना वाहकाचे तारेंतून प्रवाहाच्या रूपानें सरणींतून वाहूं दिल्यास, ते उसळ्या घेत घेत (आ० ६५ ब पहा) दुसऱ्या पत्र्याकडे शिरण्याकरितां जातात, व तेथून उलट तितक्याच जोरानें त्याच तारेंतून पहिल्या पत्र्याकडे परत येतात. अशीं वीजकांचीं आंदोलनें धारणीच्या दोन्ही पत्र्यांमध्यें होत होतच तिच्यांतील वीजकांचा सांठा कमी कमी होत जाऊन धारणी रिकामी (डिस्चार्ज) होते. (आ० ६५ क पहा.) प्रारण-लहरी उत्पन्न करण्याकरितां वरील तत्त्वाचा उपयोग करून फारच थोड्या प्रमाणावर प्रेषणस्थळीं एरिअलचे तारांवर वीजकांचीं आंदोलनें म्हणजे विद्युत्प्रवाहाची ये-जा घडवून आणावी लागते; तें कसें होतें व त्याकरितां कोणत्या साधनांचा उपयोग करावा लागतो हें पुढें कळून येणार आहे.

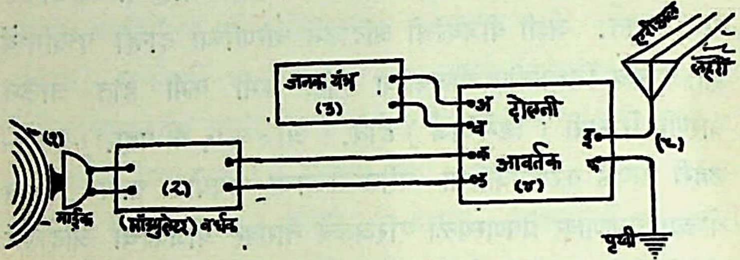
(४) बाजूच्या आकृतींत दाखविलेल्या एरिअलच्या तांब्याच्या आडव्या तारा ह्या सर्व मिळून एका धारणीचा एक पत्रा आहे, व त्याच्या खालील त्यांना समांतर असणारा पृथ्वीचा भाग हा तिचा दुसरा पत्रा आहे, अशी कल्पना करून डाव्या बाजूची उभी तार या दोन पत्र्यांना जोडणारी आहे, असें मानिल्यास या सर्वांची ही एक मोठी धारणीच बनते. प्रेषणस्थळीं प्रारणलहरी उत्पन्न



(आकृति नं. ६६)

करण्याचे वेळीं उंच मनोऱ्यावरील आडवें एरिअल* व त्याचे खालीं असणारी जमीन यांच्या साह्यानें वरील प्रकारची एक धारणीच बनवावी लागते.

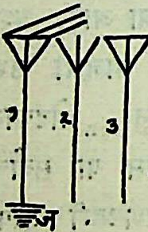
(५) एकाद्या प्रेषणस्थळाचा नकाशा काढिला असतां तो खालीं दिलेल्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें दिसेल (आ० ६७ पहा).



(आकृति नं. ६७)

आकृतींतील डावे बाजूस ध्वनिलहरींना ग्रहण करणारा मायक्रोफोन (माइक) दाखविलेला असून त्याचे लगत उजवे बाजूस माइकपासून निघालेल्या विद्युत्-प्रवाहांतील शक्तीस वाढविणाऱ्या मॉडयुलेटर यंत्राची जागा [२] ही दाखविली आहे. आकृतींत मध्यावर वरचे बाजूस [३] ही जनकयंत्राची जागा असून त्याच्यांतून निघणारा (A. C.)

* आडव्या तारा व त्यांना जडलेली उभी तार यांना ऍंटिना ('A') म्हणतात व फक्त आडव्या तारांना 'एरिअल' म्हणतात. परंतु हा भेद न ठेवितां एरिअल हाच शब्द वापरतात. बाजूचे आकृतींत एरिअल दाखविणाऱ्या चिन्हांचे तीन प्रकार दिले आहेत. पहिल्या प्रकारांत ज जवळची एका-खालीं एक असणाऱ्या लहान आडव्या रेषांनीं दाखविलेली खूण जमीन किंवा 'अर्थ' (E) दाखविते.



ये-जा प्रवाह सुरू होतांच त्याच्या एका दिशेनें वाहण्याचे वेळीं तो अच्या ठिकाणीं दोलनीयंत्रांत शिरतो व तेथून तो इ चे ठिकाणीं बाहेर निघून एरिअलचे टोंकापावेतों पोहोंचतो; प्रवाहाचे उलट दिशेनें वाहणें सुरू होतांच तो परत इ कडे येतो आणि फ चे मार्गानें पृथ्वीस जाऊन मिळतो, व तेथून परतून दोलनीयंत्रास येऊन मिळतो व अशीं आंदोलनें करीत राहतो.

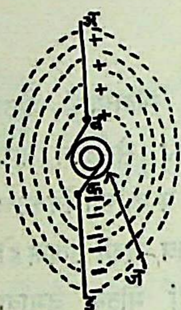
वरीलप्रमाणें वीजकांचीं आंदोलनें जनकयंत्राचे साहाय्यानें मोठ्या ऊर्जाची (व्होल्ट्) विद्युतशक्ति उत्पन्न करून एका सेकंदांत वाटेल तितके हे वीजकांचे फेरे घडवून आणितां येतात, व त्यांच्या निकटच्या आकाशतत्त्वांत एकदां विद्युत्क्षेत्र व एकदां चुंबकक्षेत्र अशीं उत्पन्न होत असतांना विद्युत्शक्तिकण (Quantum), एकदां मोठ्या जमावानें (घनता) व एकदां लहान प्रमाणांत (विरलता) असे सारख्या टप्प्यानें* व सारख्या वेळांत वाहूं लागतात. या दर एक टप्प्यास एक प्रारण-लहर (रेडिओ अगर कॅरिअर वेव्ह) असें म्हणतां येईल व एका टप्प्यानें आक्रमिलेल्या अशा लांबीला तिचा तरंगायाम (वेव्ह लेंथ) म्हणावें लागेल. हा तरंगायाम मीटरच्या परिमाणानें मोजला जातो. एका सेकंदांत होणाऱ्या टप्प्याचे संख्येस तरंगावृत्तिसंख्या अगर तरंगावर्तनसंख्या (फ्रीक्वेन्सी) म्हणतात. ह्या प्रारण-लहरी एका सेकंदांत ५ लाखांपासून कांहीं कोटींपावेतों संख्येच्या उत्पन्न कराव्या लागतात.

---

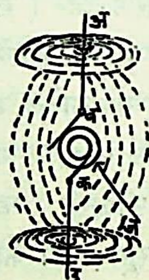
* एका घनतेपासून दुसऱ्या घनतेपावेतों अगर एका विरलतेपासून दुसऱ्या विरलतेपावेतों असणाऱ्या अंतरासच एक टप्पा अगर लहर म्हणतात.

(६) ज़नकयंत्रापासून निघालेला विद्युत्प्रवाह एरिअलवरून पृथ्वीकडे व पृथ्वीकडून एरिअलकडे जा-ये करीत असतां एकदां विद्युत्क्षेत्र व एकदां चुंबकक्षेत्र हीं कशीं उत्पन्न होतात हें खालील आकृतीवरून दिसून येणारें आहे. (आ. ६८ व ६९ पहा.)

आकृति ६८ यांत बअ ही तार ज या जनकयंत्रास एरिअल म्हणून जोडलेली आहे. कड ही दुसरी तार खालीं जमिनीकडे सोडलेली आहे. अशा जनकयंत्रानें जोडलेल्या अब व कड या दोन तारा एका उभ्या पातळींत असलेल्या त्या जणूं काय एकाद्या धारणीचे एकमेकांपासून १८० अंशांचे अंतरावर असलेले दोन पत्रेच आहेत असें मानितां येईल. जनकयंत्र सुरू होतांच प्रवाहाचें एका दिशेनें वाहणें चालू असतां अब वर धनविद्युत् सांठा व कड वर ऋणविद्युत् म्हणजे जास्त वीजकांचा सांठा होऊन राहतो. अशा वेळीं तुटक्या रेघांनीं दाखविलेलें विद्युत्क्षेत्र दोन्ही तारांचे मध्यें उत्पन्न होऊन राहतें. तसेंच जनकयंत्रापासून उलट दिशेनें प्रवाह सुरू होतांच (आ० ६९ पहा) म्हणजे कड तारेपासून बअ तारेकडे वीजक जाऊं लागतांच अ व ड या दोन्ही ठिकाणीं प्रवाहाचे लंब दिशेनें आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें वर्तुळाकार चुंबकक्षेत्रें उत्पन्न होऊं लागतात. प्रवाहाचीं म्हणजे वीजकांचीं आंदोलनें होत असतां

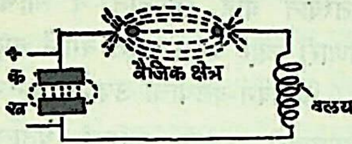


(आकृति नं. ६८)



(आकृति नं. ६९)

विद्युत्क्षेत्रें व चुंबकक्षेत्रें कशीं उत्पन्न होतात हें खालील आणखी एका प्रयोगानें आपणांस पाहतां येणारें आहे. (आ० ७० व ७१ पहा). या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें क ख ही धारणी भरलेली आहे, व ती रिकामी होऊं लागण्याचे पूर्वी ख पत्र्यावरील वीजक त्यास जोडलेल्या



(आकृति नं. ७०)

तारेमधून वाहून उजव्या बाजूस असणाऱ्या लहान गोलकांवर येऊन सांठून राहिलेले असतात; व समोरील दुसरा लहान गोलक त्यापासून कांहीं अंतरावर असल्याकारणानें, या दोन गोलकांची ही एक दुसरी धारणीच बनते, व ह्या दोन गोलकांमध्येंही हें विद्युत्क्षेत्र उत्पन्न होतें. (ह्या क्षेत्रास आकृतींत वैजिक क्षेत्र असें म्हटलें आहे व तें क्षेत्र तुटक्या रेघांनीं दोन गोलकांमध्यें असलेलें दाखविलें आहे.) परंतु क ख या धारणीमध्यें सांठा मावेनासा झाल्यावर, त्यास दोन गोलकांमधून जवळची वाट मिळाल्यामुळें, वीजकांचा प्रवाह वाहण्याची सुरुवात होतांच, प्रवाहाच्या लंब दिशेनें (आ० ७१ त दाखविल्याप्रमाणें) चुंबकक्षेत्र उत्पन्न होत असतें व असें होत असतां वीजकांचीं आंदोलनें होऊन धारणी रिकामी होऊं लागते. अशा या सरणींतून यातायातीचा प्रवाह चालू असतां ख पत्र्यापासून वीजक वाहूं लागून क पत्र्याकडे जातात व दुसरे वेळीं क पासून निघून ख पत्र्याकडे उसळी घेऊन



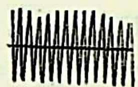
(आकृति नं. ७१)

जातात. ज्या वेळीं क्षेत्रांचें या दोन गोलकांमधील जागेंत एकीकरण होतें त्या वेळीं, विद्युत्कर्षक शक्तीचे घटक (क्वॉंटम्) कमीअधिक प्रमाणांत निर्माण होऊन आकाशतत्त्वांत वाहूं लागतात व त्यांची कमीअधिक विद्युत्शक्तीस वाहून नेणारी लहर बनून अति वेगानें वाहूं लागते, तीच ही प्रारणलहर होय. (विभावन-वलयाचा उपयोग करून प्रयोगादाखल लहान प्रमाणावर प्रारणलहरी उत्पन्न करितां येतात, हें पान १०५ आ० ६२ मध्यें दाखविलेंच आहे.)

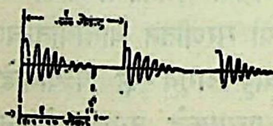
(७) आ० ७२ मध्यें **बक** या जनकयंत्रापासून निघालेल्या



A. C. प्रवाहास **चा** ही चावी सतत* जोडून एरिअलकडे जाऊं दिलें असतां तो त्याचे टोंकापावेतों जाऊन तेथून परत फिरून यंत्राकडे येऊन नंतर पृथ्वीकडे जाऊन फिरून परत जनकयंत्राकडे येतो व अशीं आंदोलनें होत असतां एरिअलापासून प्रारणलहरी निघूं लागतात. त्यांचें स्वरूप आकृती ७३ मध्यें दाखविल्याप्रमाणें यातायातीच्या प्रवाहाचें



(आ० ७२)असतें; या लहरींचा उन्मेष (अँप्लिटयूड) (आ०७३) सारखाच असतो, म्हणजे त्या सारख्याच ऊर्जाच्या असून सारख्याच विद्युत्शक्तीच्या अंशाला वाहून नेणाऱ्या असतात. प्रत्येक प्रेषणस्थळीं

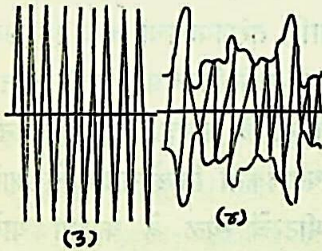


*चावी जोडून लगेच सुटी केल्यानें निघणारी प्रारणलहर उंचीनें कमी कमी होऊन नाहींशी होते; हीच दमित (डँप्‌ड) लहर होय. या लहरींना कमीअधिक वेळ वाहावयास लावून त्यांचा उपयोग बिनतारी संदेशाचे कामीं होतो. (पान १११ पहा.)

हजारों व्होल्टच्या ये जा (A. C.) प्रवाहास एरिअलवरून वाहावयास लावून वर वर्णन केलेलीं वीजकांचीं आंदोलनें घडवून आणून ठराविक तरंगायामाच्या (वेव्ह लेंग्थ) प्रारणलहरी उत्पन्न कराव्या लागतात. अशीं



आंदोलनें करणाऱ्या प्रवाहामध्यें मायक्रोफोनच्या सरणींतून वाहणाऱ्या प्रवाहास मिसळूं देतां येतें. (आ० ७४ पहा.) मायक्रोफोनपुढें कोणताही आवाज निघत नसतांना आंदोलनावर होणारा परिणाम कोणत्याहि तऱ्हेनें कळून येणारा नसतो. परंतु माईकपुढें गायन इत्यादि सुरू होत असतां त्याचा परिणाम स्पष्ट तऱ्हेनें घडून येतो, व त्यामुळें तेथें उत्पन्न होणाऱ्या प्रारणलहरींकडून वाहून नेल्या जाणाऱ्या (आ.नं.७४)विद्युतशक्तींतही फेरफार घडून येतात. मायक्रोफोनमधील सरणीच्या प्रवाहाला, आंदोलनें घेणाऱ्या प्रवाहांत मिसळण्याचे पूर्वीं, शक्तिवर्धक विद्युत्-गोलकांचे साहाय्यानें प्रारणलहरींशीं जुळणाऱ्या प्रवाहाचें स्वरूप द्यावें लागतें; ह्याचा खुलासा पुढें होणार आहे. आकृति ७५ मधील डावीकडील (३) हा भाग प्रारण-लहरीचें साधें स्वरूप दाखवितो व उजवीकडील (४) हा भाग त्याजवर मायक्रोफोनचा प्रवाह मिसळल्यावर होणारे फेरफार दाखवितो.



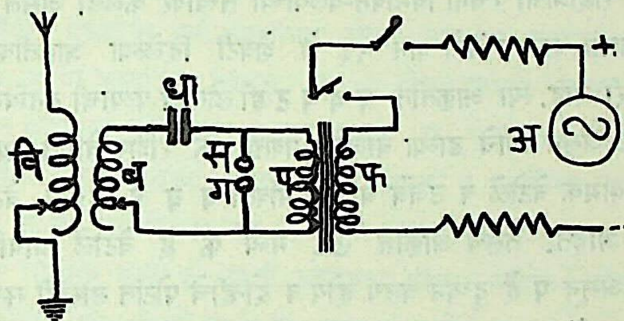
(आकृति नं. ७५)

(८) रेडिओचे उपयोगीं पडणाऱ्या प्रारणलहरींचा तरंगायाम १० मीटरपासून २-३ हजार मीटरपर्यंत असूं शकतो. १० पासून ७५ मीटर तरंगायामाच्या लहरींना ऱ्हस्व (शॉर्ट),

७५ ते २५० मीटरच्या, 'मध्यम' (मीडियम्) व त्यांपेक्षां जास्त मीटरच्या 'दीर्घ' (लॉंग) लहरी अशा संज्ञा देतात, हें मागें सांगितलेंच आहे. यांपैकीं ऱ्हस्व लहरी उत्पन्न करून त्यांचा उपयोग होऊं लागल्यास १०-१२ वर्षेंच झालीं. मध्यम लहरी वगैरे दरएक प्रेषणस्थळीं विवक्षित मीटर लांबीच्या तरंगायामाच्या उत्पन्न करूनच त्यांना सर्व दिशांनीं वाहूं देतात; ही मीटरसंख्या त्या त्या स्थळांची कायम केलेली असल्यानें—तें तें स्थळ इतक्या मीटरचें असें निश्चित केलेलें असल्यानें—त्या त्या आंकड्यावरून तें तें स्थळ ओळखलें जातें हें मागें सांगितलेंच आहे. उदाहरणार्थ, समजा मुंबईचें प्रेषणस्थळ ३५०·९ मीटरचें व दिल्लीचें ३४०·१ मीटरचें आहे. तसेंच निरनिराळ्या स्थळीं विवक्षित मीटरच्या लहरी उत्पन्न करण्यास किती वेळां प्रवाहाचीं आंदोलनें होणें जरूर असतें, म्हणजे किती आवर्तनांमुळें (फेरे—सायकल) त्या उत्पन्न होतात, तितक्या आवर्तनाच्या संख्येनेंही (सायकलच्या संख्येनें) तें तें प्रेषणस्थळ ओळखलें जातें. एक हजार सायकलांना किलो-सायकल म्हणतात व त्यासच आवर्तन-सहस्र म्हणतां येईल. या आवर्तन आणि तरंगायामाचा असा निश्चित संबंध आहे कीं, ३० कोटी मीटर (एका सेकंदांतील प्रकाशाची गति) संख्येस तरंगायामाच्या मीटरच्या संख्येनें भागलें असतां, ही आवर्तन-संख्या काढतां येते. कोणतेंहि प्रेषणस्थळ किती किलोसायकलचें आहे हें ठरलेलें असतें. त्यावरूनहि किती मीटरचें स्थळ हें काढतां यावें म्हणून ही माहिती येथें जास्त विस्तारानें दिली आहे. उदाहरणार्थ, दिल्ली येथील प्रेषणस्थळ ३४०·१ मीटरचें आहे; या संख्येनें ३०

कोटी संख्येस भागून ८८२·०९० म्हणजे ८८२ किलोसायकलचें (आवर्तन-सहस्रांचें) दिल्लीचें स्थळ असें निश्चित करितां येतें.

(९) सध्यां दोलनी हें यंत्र विशिष्ट प्रकारच्या २ व्हॉल्व्हचा उपयोग करून बनविलेलें असतें. (साधा व विशिष्ट व्हॉल्व्ह यांची माहिती पुढें येणारी आहे.) यापूर्वीचें एरिअलवरील आंदोलनें उत्पन्न करण्याचें साधनं, धारणी, वलयें, रोधने व तडिच्चय (थोड्या अंतरावर असणारे लहान गोलक) यांच्या मदतीनें यातायात प्रवाहाच्या सरणीचा उपयोग करूनच घडवून आणितां येत असे. हें साधन कसें बनविलेलं असतें याचा खुलासा खालील आकृतीवरून होणारा आहे.



(आकृति नं. ७६)

बिनतारी संदेशाचे कामीं उपयोगी पडणारे यंत्रास प्रेषणयंत्र किंवा प्रेषक (ट्रॅन्समिटर) म्हणतां येईल.

हें यंत्र धारणी, वलयें व रोधने, तसेंच तडिच्चय (स्पार्क) प्रगट होण्याकरितां दोन गोलकांमध्यें सुटी असलेली अरुंद जागा (गॅप) वगैरे गोष्टींचा उपयोग करून हें साधन बनविलेलें असतें. अशा साधनांना

दर्शविणारीं जीं जीं चिन्हें नेहमीं वापरण्यांत येतात, त्यांची माहिती वाचकांना सहज व्हावी व तसेंच त्यांची जुळणी कशा तऱ्हेनें करावी लागते हें कळून यावें म्हणून अशा प्रेषकाची सविस्तर माहिती खालीं दिली आहे. (आ० ७६ पहा.)

या आकृतींत तडिच्चय बनविण्याकरितां रिकामी सोडलेली जागा (स्पार्क गॅप) ही **स ग** या दोन लहान गोलकांमध्यें दाखविलेली आहे; यासच आपण तडिच्चय-स्थान असें म्हणूं. या आकृतींत उजवे बाजूस असलेले **प** व **फ** या दोन उभ्या वेटोळ्यांमध्यें असणाऱ्या उभ्या सळयांसह दाखविलेलें चिन्ह हें रोहीत्राचें (ट्रॅन्स्फॉर्मर) आहे. अशा रोहीत्रांची रचना विभावन-वलयाच्या तत्त्वावर केलेली असते. या रोहीत्राची कल्पना मागें पान ५३ चे शेवटीं दिलेल्या आकृतीवरून होणारी आहे. त्या आकृतींत **च व प ट** ही लोखंडी पत्र्याची बनविलेली चौकट असून त्याचे डाव्या बाजूचे भोंवतीं एक रेशिम-वेष्टित **अ अ** हें प्राथमिक वेटोळें व उजवे बाजूचे भोंवतीं **व व** हें दुय्यम वेटोळें अशीं आहेत. तसेंच आकृति ७६ मध्यें **फ** हें वेटोळें प्राथमिक वलय असून **प** हें दुय्यम वलय होय व दोन्हीचे पोटांत लोखंडी सळया घातल्यामुळें प्राथमिक वलयांतून ये-जा (A. C.) प्रवाह घालविल्यास **प** या दुय्यम वलयामध्यें जास्त उर्जाचा प्रवाह वाहूं लागतो. अगदीं उजवे बाजूस असलेलें **अ** हें चिन्ह जनकयंत्राचें (ऑल्टरनेटर) आहे. (बाजूच्या आकृतींतील **ज** आणि **अ** या दोहोंपैकीं कोणतेंही एक जनकयंत्राचें चिन्ह असतें.) आकृति ७६ मधील **अ** या उजव्या

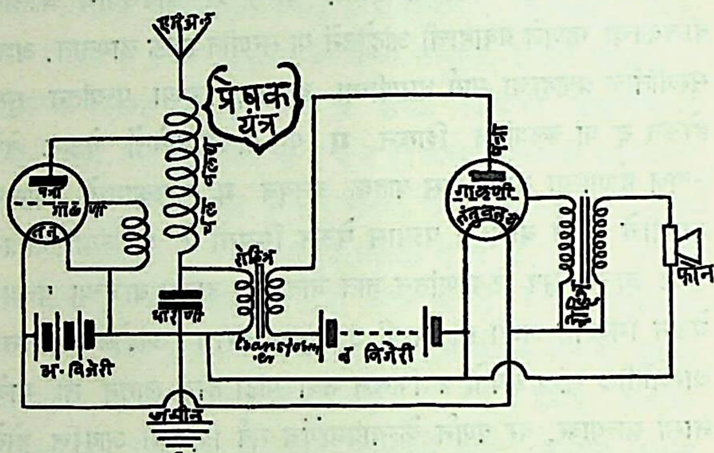




बाजूस असणाऱ्या जनकयंत्रांतून निघालेला A. C. प्रवाह नाग-मोडीसारख्या चिन्हांनीं दाखविलेल्या रोधनांतून (रेझिस्टन्समधून) व तेथून डाव्या बाजूच्या दोन्ही चाव्या जोडल्यावर सरणींतून वाहतो व रोहित्राचे फ या प्राथमिक वल्यांत उलटसुलट दिशेनें वाहूं लागतो, व त्यामुळें त्याचे प या दुय्यम वलयांत अधिक उर्जाचा प्रवाह वाहूं लागतो. अशा प्रवाहाचे एका दिशेनें वाहण्याचे वेळीं धा या धारणी-मध्यें विजेचा सांठा होऊं लागून तो त्याच्यांत मावेनासा झाल्यावर जवळच असणाऱ्या स ग गोलकांमधील हवेच्या पडद्यास छेदून जातो व तडिच्चय बनून नाहींसा होतो. अशा दर तडिच्चयाचे कालांत वीजकांचीं म्हणजे प्रवाहाचीं आंदोलनें या सरणींत होऊं लागतात. अशा सरणींतील प्रवाहाचा मार्ग धारणीच्या डाव्या बाजूच्या पत्र्यांतून सुरू होऊन ब या वलयांतून शिरून ग या गोलकापावेतों येऊन तेथें उत्पन्न होणाऱ्या तडिच्चयास वाहक बनवून म गोलकांमध्यें शिरून धारणीचे उजवे बाजूच्या पत्र्यास येऊन मिळतो व आलेल्या मार्गानें उलट जाऊन सर्व ठिकाणांतून जात जात परत डाव्या बाजूच्या पत्र्यास येऊन मिळतो. अशीं हीं त्याचीं उलटसुलट बरींच आंदोलनें होऊनच धारणींतील सांठा संपतो व फिरून नवा सांठा होऊं लागून तो मावे-नासा झाल्यावर, वर वर्णन केल्याप्रमाणेंच सर्व क्रियांची आवृत्ति होते.

याप्रमाणें सरणींत गोविलेल्या ब या प्राथमिक वेटोळ्यांतून असंख्य आंदोलनें उत्पन्न होत असतां, त्याच्या शेजारीं असणाऱ्या वि या वेटोळ्यामध्यें (तें ब चे अगदीं जवळ असल्यानें) विभावनक्रियेमुळें तितक्याच संख्येचीं आंदोलनें होतात व वि ह्या वेटोळ्याचें टोंक

उभ्या असणाऱ्या एरिअलला जोडलेलें असून त्याचें दुसरें टोंक बाणाग्रानें दाखविलेल्या जोडणीनें जमिनीस जाऊन मिळणाऱ्या तारेस .जोडलेलें असल्यामुळें हीं आंदोलनें वि वेटोळ्यांत बरींच होत राहतात. अशा ह्या होणाऱ्या एरिअलवरील आंदोलनांमुळें आकाशतत्त्वांत प्रारणलहरी उत्पन्न होऊन वाहूं लागतात, हें मागें आलेंच आहे.



प्रेषक (ट्रॅन्समिटर)

१३. प्रारणलहरींचें कार्य

गेल्या ७।८ वर्षांत रेडिओचे उपयोगी पडणाऱ्या अनेक नव्या साधनांचा शोध लागला आहे व लागत आहे, व त्यामुळें त्याच्या किंमती कमी कमी होत असल्यानें मध्यम स्थितींतील लोकांनाही त्याचा उपयोग होऊं लागला आहे व त्याचा प्रचार सारखा वाढतच आहे.

जगांतील बहुतेक मोठमोठ्या शहरांत स्थापिलेल्या प्रेषणस्थळीं होणारे गायनवादनांचे जलसे, क्रिकेट, फुटबॉल वगैरे खेळांतील सामन्यांचीं वर्णनें, बाजारभाव व इतर बातम्या आपणांस आपल्या येथें असणाऱ्या रेडिओचे लहानशा तक्टावरील कांटा फिरवून घरबसल्या ऐकूं येतात. ही गोष्ट कशा तऱ्हेनें घडून येते, हें आपण विस्तारानें समजून घेण्याकरितां प्रेषणस्थळीं अगर तेथून कांहीं अंतरावर असणाऱ्या गायनशाळेपासून तों आपले येथें दिवाणखान्यांत असणाऱ्या रेडिओपावेतों क्रमाक्रमानें कोणत्या साधनानें कोणत्या क्रिया घडवून आणाव्या लागतात, त्याची सविस्तर माहिती करून घेतली पाहिजे. असें करण्यापूर्वी वाचकांनीं पुढील चित्ररूपी नकाशा-कडे लक्ष दिलें असतां त्यांस बऱ्याच अंशानें तें कळून येणारें आहे. या चित्रांत (१) या ठिकाणीं गायनशाळा अथवा स्टुडिओ असून उभ्या दांड्यावर बसविलेल्या मायक्रोफोनपुढें गायन चालू आहे असें दाखविलें आहे. गायकाचा अगर वाद्याचा आवाज थोडासुद्धां घुमूं नये व स्पष्ट जशाचा तसाच तेथें असणाऱ्या मायक्रोफोननें ग्रहण करावा म्हणून गायनशाळेंतील भिंतीवर कापडाचे पडदे सोडलेले असतात,

व कोठूनही बाहेरील दुसरा कोणताहि आवाज ऐकूं न येईल अशा बंदोबस्ताची तेथील जागा बनविलेली असते.

(१) गायनशाला व माइक.
(२) मॉडयुलेटर.
(३) जनकयंत्र व दोलनी.
(४) प्रेषकयंत्र.
(५) एरिअल व प्रारणलहरी.



(आकृति नं. ७७)

या गायनशाळेंत हालचालीही फार जपून कराव्या लागतात; नाहीं तर तेथें साक्षी असलेला मायक्रोफोन कोणाचीही भीड न ठेवतां तेथें निघणारा कोणताही आवाज जशाचा तसा ग्रहण करील आणि त्याचें विजेच्या प्रवाहांत रूपांतर झाल्यानें जेथें जेथें रेडिओ लावला असेल तेथील सर्व मंडळींना तो ऐकूं जाईल. गायनशाळा प्रेषणस्थळा-जवळच असली पाहिजे असें नाहीं. गायक अगर कलावन्त लोकांस येण्यास सोईची पडेल व जेथें गडबड अगर गोंगाट होत नसेल अशा शहराच्या एकाद्या भागांत या गायनशाळेची स्थापना केलेली असते. अशा गायनशाळेंतील मायक्रोफोनमधून निघणारा विजेचा प्रवाह विशिष्ट तऱ्हेनें तारेंतून नेऊन प्रेषणस्थळांपावेतों पोंहोचविलेला असतो. बहुतेक या तारा दुसऱ्या कोणत्याही प्रकारच्या विजेचा उपसर्ग त्यांना होऊं नये म्हणून जमिनींत पुरलेल्या पोर्सेलीनच्या नळांतून प्रेषणस्थळीं नेलेल्या असतात.

(२) या ठिकाणीं गायनशाळेंतील असणाऱ्या निरनिराळ्या मायक्रोफोनमधून येणाऱ्या विद्युत्-प्रवाहांस एकत्र करून त्यांचा एक प्रवाह बनविला जातो, व दोन किंवा अधिक शक्तिवर्धक वैजिक निर्वात गोलकांचे साहाय्यानें त्याची शक्ति वाढवून त्यास ये-जा (A. C.) प्रवाहाचें स्वरूप आल्यावरच (४) या ठिकाणीं तो पोंहोंच-विला जातो. (३) या ठिकाणीं यांत्रिक शक्ति उत्पन्न करून जनक-यंत्राचे साहाय्यानें व दोलनीयंत्राचा उपयोग करून प्रेषणस्थळां-करितां मोठ्या उर्जाचा आंदोलनात्मक विद्युत्-प्रवाह उत्पन्न करावा लागतो. नंतर गायनशाळेंतील असणाऱ्या सर्व मायक्रोफोनपासून

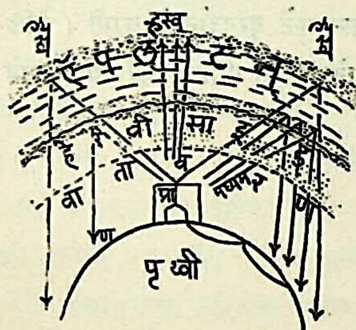
आलेला मिश्र विद्युत्-प्रवाह त्याच्यांत मिसळावा लागतो. असा तो त्या आंदोलनात्मक प्रवाहाशीं एकवटून गेलेला प्रवाह एरिअलकडे पाठविला जातो; उजव्या बाजूला असलेल्या उंच मनोऱ्यावर असणाऱ्या एरिअल-वरून पृथ्वीकडे व पृथ्वीकडून एरिअलचे टोंकापावेतों तो आंदोलनें घेत राहतो; हीं आंदोलनें एका सेकंदांत लक्षावधि होत असतात.

चित्राच्या उजवीकडील भागांत मनोऱ्याचें टोंकावर असणारें एरिअल जमिनीपासून पुष्कळ उंचीवर असावें म्हणून हे मनोरे एका उंच इमारतीच्या गच्चीवर उभारलेले आहेत. ह्या एरिअलचे तारांचे टोंका-पावेतों वर दर्शविलेल्या (४) या ठिकाणाहून निघालेल्या मिश्र प्रवाहाचीं एका सेकंदांत होणारीं नियमित आवर्तनसंख्येचीं आंदोलनें चालू असतां, शेजारील आकाशतत्त्वांत त्या प्रेषणस्थळाची जी तरंगा-याम मीटरची संख्या ठरलेली असेल, त्याच तरंगायामाच्या प्रारणलहरी सर्व दिशांनीं वाहूं लागतात; त्याचप्रमाणें गायनवादनामुळें (१) या ठिकाणाहून आलेल्या मायक्रोफोनचे सरणींतून वाहणाऱ्या विद्युत्-प्रवाहाचें स्वरूप एकाच दिशेनें पण कमीअधिक अँपेरचा होऊन वाहणारा असें असल्यानें त्याचा परिणाम प्रारणलहरींच्या विद्युत्-शक्तींत कमीअधिकपणा उत्पन्न करण्यांत होतो. त्या प्रवाहाचे शक्तींत कमी अधिकपणा उत्पन्न होणें हें सर्वस्वीं त्यांत असणाऱ्या पुडाच्या (डायफ्रॅम) मागें-पुढें होण्यावर म्हणजे थरारण्यांवरच अवलंबून असतें.

प्रकाशाच्या लहरींप्रमाणें प्रारणलहरींमध्यें केंद्रीभवन (फोकसिंग), परावर्तन (रिफ्लेक्शन) व वक्रीभवन (रिफ्रॅक्शन) वगैरे गुण आढळून येतात. त्यांपैकीं केंद्रीभवन-गुणाचा उपयोग झोताचे बिनतारी

संदेशयंत्राचे कामीं (बीम वायरलेस) कसा होतो, हें कळून आलें आहे (पान १२ पहा).

प्रारणलहरी प्रेषणस्थळापासून प्रकाशकिरणांप्रमाणें सर्व दिशांनीं पण सरळ रेषेंत वाहूं लागतात व पृथ्वीचा भाग गोलाकार असल्यानें एका प्रेषणस्थळापासून निघालेल्या या लहरी वक्र न होतां अती दूरच्या अंतरावरील एरिअलवर कशा पोंचतात हें शास्त्रज्ञांना मोठें गूढ होऊन राहिल होतें. परंतु आतां असें कळून आलें आहे कीं, पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या समांतर १०० मैलांच्या अंतरावर एक व २०० मैलांच्या अंतरावर एक, **हेवीसाइड** व **ॲपलटन्** नांवांचीं ऋण व धन कणांनीं बनलेलीं छतासारखीं आयॉन्सूचीं आवरणें बनून राहिलेलीं असतात. यांना हीं नांवें त्यांचा शोध लावणाऱ्या शास्त्रज्ञांचीं दिलेलीं आहेत. (आ० ७८ पहा.) या आवरणांवर आदळणाऱ्या प्रारणलहरी परावृत्त होऊन पृथ्वीच्या लांबच्या भागावर येऊन पोहोंचतात. मध्यम प्रारणलहरी पहिल्या आवरणापासूनच परावृत्त होतात. परंतु ऱ्हस्व प्रारणलहरी (१५ पासून ७५ मीटरपावेतोंच्या) पहिल्या आवरणास भेदून जाऊं शकतात व २०० मैलांवर असणाऱ्या दुसऱ्या आवरणापासून परावृत्त होतात, त्यामुळें हजारों मैलांवर असणाऱ्या एरिअलवर जाऊन आदळतात. असें होऊं शकल्यानें



(आकृति नं. ७८)

ऱ्हस्व लहरींचा उपयोग करून हजारों मैलांवर उत्पन्न झालेलें गायन-वादन तेथील एरिअलच्या योगानें ऐकूं येणें सुलभ झालें आहे व त्यामुळें अलीकडे बहुतेक प्रेषणस्थळीं ऱ्हस्व लहरींच्या योगानें गायनवादन प्रेषित करणें चालू आहे.

अशा लहरींना उत्पन्न करणारीं प्रेषणस्थळें लहान प्रमाणावर व थोड्या खर्चानें करितां येतात व त्यांना ग्रहण करणारीं ग्राहक यंत्रेंही थोडक्या किंमतींत मिळूं शकतात. म्हणून ४|५शें मैलांच्या निर-निराळ्या टापूंमध्यें अशीं प्रेषणस्थळें स्थापून त्यांचे योगानें तेथील लोकांची करमणूक करितां येईलच. परंतु साधारण जनतेलासुद्धां उप-योगी पडेल अशा विषयाचें ज्ञान व शेतकीसंबंधीं व आरोग्यासंबंधीं माहिती त्यांना देतां येणार आहे.

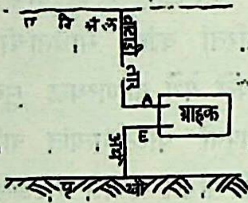
पांच सात मीटरच्या ऱ्हस्व प्रारणलहरी उत्पन्न करतां येऊं लागल्यामुळें व त्यांना ग्रहण करणारीं यंत्रें निघाल्यामुळें दूरदर्शनाचे कामीं (टेलि-व्हिजन) त्यांचा उपयोग होणार आहे. याची माहिती पुढें येणार आहे.

१४. ग्रहणस्थळ व ग्राहक

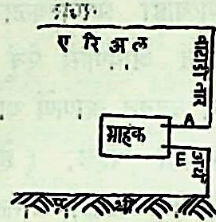
कोणत्याही प्रेषणस्थळाजवळील गायनशालेमध्यें चालू असलेलें गायनवादन आपणांस ऐकूं येण्याकरितां कांहीं साधनांची मांडणी करून तें घडवून आणणें यासच आपले येथें ग्रहणस्थळ सुरू करणें असें म्हणतां येईल. (हें करण्यापूर्वीं पोस्टखात्यांत वार्षिक फी भरून परवाना काढावा लागतो.) हीं साधनें म्हणजे एरिअल, प्रारण-यंत्र (घरीं बनविलेलें अगर बाजारांत आयतें तयार मिळणारें), विद्युत्शक्ति पुरविणाऱ्या विजेऱ्या व वाग्वर्धक (लाउड स्पीकर) इत्यादि असतात. ग्रहणस्थळीं उपयोगीं पडणारीं हीं साधनें लहान प्रमाणावर बनविलेलीं असून त्यांची मांडणी प्रेषणस्थळांतील मांडणीच्या उलट क्रमानें केलेली असते.

(१) कोणत्याही प्रेषणस्थळाच्या एरिअलपासून निघालेल्या प्रारणलहरींना ग्रहण करण्याकरितां आपले येथें शक्य तितक्या उंचीवर एरिअल (पान १०८ वरील आ० ६३ मध्यें दाखविल्याप्रमाणें) बांधावें लागतें. तसेंच त्याच्या आडव्या तारेच्या मध्यावर किंवा कडेला पक्की केलेली एक उभी तार खालीं आणून प्रारण-यंत्रास 'A' या खुणेनें दाखविलेल्या एरिअल जोडण्याचे जागीं जोडावी लागते, (या तारेस 'लीड' किंवा वाटाडी तार म्हणतात; आ० ७९ अ व ७९ ब पहा) व दुसरी एक तांब्याची तार यंत्रास 'E' या खुणेनें दाखविलेल्या (यंत्रापासून जमिनीकडे जाणाऱ्या तारेस जोडण्याची जागा) ठिकाणीं जोडून तिचें दुसरें टोंक जमिनींत मुद्दाम पुरलेल्या एकाद्या

पत्र्यास अगर जमिनींतून जाणाऱ्या पाण्याचे नळास पक्की जोडावी लागते. या तारेस ' अर्थ ' असें म्हणतात.



(आकृति नं. ७९ अ)



(आकृति नं. ७९ ब)

(२) जगांतील सर्वच प्रेषणस्थळांपासून निघणाऱ्या प्रारणलहरी आपल्या येथें उभारलेल्या एरिअलवर येऊन आदळतात. कारण कोठूनहि निघालेल्या प्रारणलहरी वाहत असतां धातूशिवाय कोणतेंहि दुसरें द्रव्य त्यांचे आड येऊं शकत नाहीं, म्हणजे त्या बाकीच्या सर्व पदार्थांतून आरपार जाऊं शकतात, हें आपणास माहीत झालेंच आहे. आपलें एरिअल तांब्याचें तारेचें असल्यामुळें तें त्यांना अडवितें व त्यांच्याबरोबर येणाऱ्या विद्युत्शक्तीस ग्रहण करितें. अशा विद्युत्शक्तीस घेऊन येणारा एरिअलवरील प्रवाह उलटसुलट दिशेनें वाहणारा म्हणजे ये-जा (A. C.) स्वरूपाचा असतो व त्याला वाटाड्या तारेचे मार्फत आपले यंत्रांत प्रवेश मिळतो, म्हणून आपले येथें उभारलेलें एरिअल (आडवी व उभी तार) हा आपले यंत्राचाच एक मुख्य भाग आहे, असें मानावें लागतें.

(३) प्रारणयंत्राला जोडलेल्या एरिअलवर येऊन आदळणाऱ्या सर्व स्थळांपासून निघालेल्या लहरींपैकीं, ज्या प्रेषणस्थळाचें गाणें

ऐकावयाचें असेल, तेथल्याच तेवढ्या लहरी (बाकीच्या सर्व लहरींना बाजूस सारून) प्रारणयंत्रांत शिराव्या म्हणून विशिष्ट प्रकारची जुळवाजुळव करावी लागते. परंतु बाजारांत तयार मिळणाऱ्या प्रारण-यंत्राचे (रेडिओ) तक्टावरील तरंगायाम (वेव्हलेंग्थ मीटरच्या संख्येस) दाखविणारा कांटा त्या स्थळाच्या ठरलेल्या आंकड्यावर आणिल्यानें ही जुळवाजुळव घडून येते. हा कांटा त्या आंकड्यावर आणिल्यानें त्या प्रेषणस्थळाचे एरिअलशीं आपलें एरिअल संवादी म्हणजे साथ करणारें होतें. हें त्याचें संवादन (ट्यूनिंग) कसें घडतें व तें कसें घडवून आणितां येतें, याचा खुलासा पुढें होणारा आहे.

(४) प्रारणलहरींना ओळखण्याचें अगदीं पहिलें साधन कोहिरा हें होतें. एका काचेच्या नळींत असणाऱ्या धातूच्या दोन दट्यांमधील रिकाम्या जागेंत कोणत्याही धातूचा कीस भरलेला आहे व दोन्ही दट्यांच्या दांड्याच्या टोंकापासून तारा निघालेल्या आहेत; त्यांपैकीं एक तार एरिअलशीं जोडून, दुसरी तार अर्थशीं जोडावी लागते. (आ. ७९ पहा) कोठल्याही प्रेषणस्थळापासून निघालेल्या प्रारणलहरी



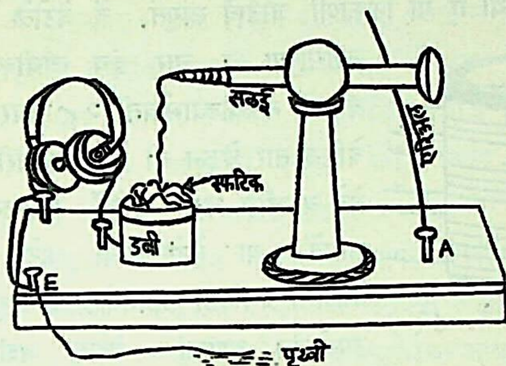
(आकृति नं. ८०)

कोहिऱ्यास जोडलेल्या एरिअलवर पोहोंचून दट्याचे द्वारें नळींतील किसांमधून वाहूं लागतांच त्यांतील सर्व कणांस सध्रव बनवितात. त्यामुळें तो कीस विद्युत्-प्रवाहाचा वाहक बनतो व हें त्याचें वाहकत्व

प्रारणलहरी त्यामधून वाहण्याचें बंद झालें असतांहि टिकून राहतें. म्हणून वारंवार नळीस ठोका देऊन किसास विस्कळीत करून त्याची सध्रुवता घालवून खूण मिळण्याचे कामीं त्याचा उपयोग होतो. यामुळें कोहिऱ्यामधून प्रारणलहरी चालू आहेत कीं बंद आहेत याची खूण या साधनानें मिळूं लागली, म्हणून बिनतारी संदेश-यंत्राचे कामीं कोहिऱ्याचा ग्राहकासारखा (रिसीव्हर) उपयोग होऊं लागला.

(५) स्फटिकग्राहक (क्रिस्टल्सेट):—यानंतरचा महत्त्वाचा शोध म्हणजे स्फटिकग्राहक होय! १०।१५ मैलांच्या टापूंत असणाऱ्या कोणत्याहि प्रेषणस्थळीं निघालेलें गायन-वादन ऐकूं येण्याचे कामीं स्फटिकग्राहकाचा उपयोग होऊं लागला. स्फटिकग्राहकयंत्राची रचना ज्या तत्त्वांचे पायावर केलेली आहे, त्यांची वाचकांना माहिती असणें अगदीं जरूर आहे; कारण त्यामुळें सर्व ग्राहकांविषयींचें मूलभूत ज्ञान त्यांना सहज होणारें आहे. स्फटिकग्राहकाची रचना पुढील आकृती-वरून कळून येणारी आहे. (आ० ८१ पहा.) या आकृतींत एका उभ्या गोल दांड्यावर सळईवजा दुसरा आडवा दांडा बसवि-लेला आहे. हा कोपरखांबावर बसविलेला असल्यानें ह्याला मागें-पुढें अगर खालीं-वर हलवून एका विवक्षित स्थितींत कायम करितां येतें. त्याचे डावीकडील शेवटावर एक बारीक तारेची गुंडाळी बसविलेली आहे. तिचें एक टोंक खालीं सुटलेलें आहे, त्यास कॅट्-व्हिस्कर म्हणजे माऊ-मिशीचा केंस असें म्हणतात. आकृतींत दाख-विल्याप्रमाणें हें टोंक स्फटिकाचे पृष्ठभागावरील कोणत्याही एका बिंदूस जोरानें चिटकवून बसवितां येतें; व हें यंत्रांतील दांड्यास मागें-पुढें

हलवून करितां येतें. यंत्रांतील स्फटिक सुमारें पाव इंच जाडीचा व

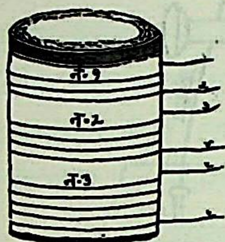


(आकृति नं. ८१)

व्यासाचा असतो. तो कुरुंद, अकीक (अगेट), ग्यालिना (लेड सल्फ़ाइड्) व आयर्नपायरेट इत्यादि खनिज द्रव्यांपैकीं कोणत्या तरी एका द्रव्याचा असतो. कोणताही स्फटिक (क्रिस्टल्) निसर्गत: कमीअधिक जाडीच्या पातळींत असणाऱ्या उभ्या-आडव्या थरांचा बनलेला असतो व त्याचे खडबडीत पृष्ठभागावर उभ्या किंवा आडव्या वाटेल त्या पातळींतील उघडे झालेले बिंदू पुष्कळ असतात; अशा बिंदूंपैकीं शोधून काढलेल्या एका बिंदूस स्पर्श करून दांड्यावरील वेटोळ्याचें माऊ-मिशीचें टोंक बसवितां येतें.

या यंत्राचा उपयोग ग्राहक म्हणून करून घेण्याकरितां आपले येथें लहान प्रमाणावर एरिअल उभारावें लागतें. या एरिअलची वाटाडी तार यंत्रास न जोडतां पुष्कळ वेढ्यांनीं बनलेल्या वेटोळ्याचे

टोकास जोडून त्याचें दुसरें टोंक एरिअलचेंच समजून वरील आकृतींत दाखविलेल्या ए या ठिकाणीं जोडावें लागतें. हें वेटोळें दोन इंच व्यासाच्या व चार इंच लांबीच्या जाड्या कागदी नळकंड्याभोंवतीं २८ नंबरची रेशिम-वेष्टित तार घेऊन ती शेजारींशेजारीं ३०।३२ वेढे बसतील अशा तऱ्हेनें गुंडाळून बनवावें लागतें. या वेटोळ्याच्या वाटेल तितक्या वेढ्यांनीं बनलेला लहानमोठा भाग सुटा करून उपयोगांत आणतां येईल, अशी योजना त्याच्यांत केलेली असते. (आ० ८२ पहा.) स्फटिक यंत्राचे



(आकृति नं. ८२)

आकृतींत दाखविलेला स्फटिक डबीवजा बैठकींत शिशांत अगर जस्तांत घट्ट बसवून तिच्या बुडापासून निघालेली तार कर्णपुटाशीं जोडून त्या कर्णपुटकाची दुसरी तार इ या ठिकाणीं पृथ्वीच्या तारेशीं जोडलेली असते. एरिअल व स्फटिकग्राहक या दोहोंमध्यें असणाऱ्या वेटोळ्यांतील कमीअधिक वेढ्यांचा उपयोग करून आपलें एरिअल प्रेषणस्थळाचे एरिअलशीं संवादी (ट्यून) करितां येतें. असें केल्यानें प्रेषणस्थळापासून वाहत येणाऱ्या प्रारण-लहरी, आपल्या एरिअलवर वाहूं लागतांच त्यांमधून त्याच तरंगायामाचा ये जा प्रवाह सुरू होतो. असा प्रवाह ए या ठिकाणीं यंत्रांतील गोल दांड्याचे बुडांतून त्याजवर असलेल्या आडव्या दांड्यामधून वाहत येऊन माऊ-मिशीचे टोंका-मार्फत स्फटिकावरील शोधून काढलेल्या बिंदूंत शिरण्याचा प्रयत्न करतो.

कोणत्याहि स्फटिकाच्या खडबडीत पृष्ठभागावरील शोधून काढलेल्या एखाद्या बिंदूंतून ये जा विद्युत्-प्रवाहास वाहावें लागल्यास तो स्फटिक

त्यांच्यांतील एका दिशेनें वाहणाऱ्या प्रवाहालाच तेवढा आपणामधून वाहूं देतो व दुसऱ्यास (उलट दिशेनें वाहणाऱ्या प्रवाहास) अडवितो. म्हणून आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें माऊ-मिशीचे टोंकांतून स्फटिकांत शिरणाऱ्या ये जा प्रवाहास उत्सेधी (पल्सेटिंग म्हणजे नाडीवजा व एका दिशेनें वाहणारा) प्रवाहाचें स्वरूप येतें. असा तो प्रवाह डबीच्या बुडाशीं जडलेल्या तारेमार्फत कर्णपुटांत शिरतो व त्यांतील वेटोळ्यांतून वाहतो व तेथून बाहेर पडल्यावर पृथ्वीकडे जाऊन मिळतो. हीं कर्णपुटें (हेडफोन) कानांवर लाविलीं असतां आपणांस त्या प्रेषणस्थळाचें गाणें ऐकूं येतें. (या कर्णपुटकांचा आकार व रचना मागें आकृति ६८ व ६९ मध्यें दाखविलीं आहेत. या विषयाचा अधिक खुलासा पुढें करणार आहोंत.)

---

१५. संवादीकरण (ट्यूनिंग)

वाटेल त्या प्रेषणस्थळाचें गाणें ऐकू यावें म्हणून आपल्या ग्राहकामध्यें खालील तीन गोष्टी घडवून आणाव्या लागतात:—

(१) आपलें यंत्र प्रेषणस्थळाच्या वेव्हलेंग्थशीं संवादी करणें (ट्यून करणें).

(२) तेथील गायन-वादन तेवढेंच आपले यंत्रांत येऊं लागल्याबद्दल सूचना देणारें म्हणजे त्यास सूचक बनविणें.

(३) तेथल्या प्रारणलहरींबरोबर येणाऱ्या अति सूक्ष्म शक्तीस हजारों पटींनें वाढविणें व तिचा उपयोग वाग्वर्धकांत करून पुष्कळांना गायन-वादन ऐकूं येईल असें करणें.

जवळच्या प्रेषणस्थळापासून गायन-वादन ऐकूं येण्याचे कामीं स्फटिकग्राहकाचा उपयोग करीत असतां तेथील प्रारणलहरींबरोबर येणाऱ्या विद्युतशक्तीस वर्धन न करतांहि तेथील गायन-वादन कर्णपुटाचे मदतीनें ऐकूं येणें शक्य असतें; कारण, हीं कर्णपुटें कानास चिकटवून बसविलीं असल्यामुळें तेवढी शक्ति त्यांतील पुडांना थरारावयास लावून सूक्ष्म आवाजांत गायन-वादन ऐकविण्यास पुरेशी असते; परंतु स्फटिकग्राहकाशीं जोडलेल्या एरिअलला संवादी बनविल्याशिवाय व त्यांतील स्फटिकाच्या मदतीनें येणाऱ्या ये जा प्रवाहास सरळ केल्याशिवाय (रेक्टिफिकेशन) हें घडणें शक्य नसतें. या दोन्ही गोष्टी स्फटिकग्राहकामध्यें कशा घडवून आणितां येतात, हें आपणांस कळून आलेंच आहे.

हें संवादीकरण (ट्यूनिंग) कशामुळें घडून येतें व त्याचा परिणाम आपणास पाहिजे त्याच प्रेषणस्थळाच्या प्रारणलहरींनाच तेवढें आपलें एरिअल कां ग्रहण करितें, याजविषयीं अधिक खुलासा करणें जरूर आहे. ध्वनीसंबंधीं माहिती देतांना, निनादन किंवा संवादन म्हणजे काय याचा खुलासा झालेलाच आहे. (पान ८७।८८ पहा.) दिलरुब्यांतील तर्फेच्या तारा गजानें वाजविलेल्या सुराबरोबर आपोआप वाजूं लागतात; याचें कारण त्या तारा पडद्यावरील सुराबरोबर लाविलेल्या (साथ करणाऱ्या) असल्यामुळें हें घडून येतें, यासच त्या ट्यून केलेल्या आहेत असें म्हणतात.

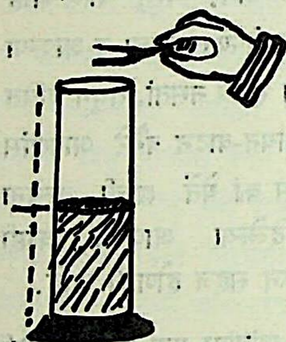
गायन-वादन गायनशालेपासून तारेनें प्रेषणस्थळीं टेलीफोनप्रमाणें पोंचविलें जातें. परंतु कोणत्याहि तऱ्हेचा त्या प्रेषणस्थळाचा व आपल्या रेडिओचा संबंध नसतां, तेथून प्रेषित झालेलें गायन-वादन वगैरे आपणांस ऐकावयास कां येतें ह्याची कल्पना खालीं दिलेल्या आणखी कांहीं प्रयोगांवरून सहज होणारी आहे.

(आकृति नं. ८३)

प्रयोग १ लाः—अ व ब या दोन खांबांवर एक आडवी दोरी ताणून बांधलेली आहे. तिजवर प्रत्येक खांबापासून सारख्या अंतरावर क ड या दोन ठिकाणीं दोन सारख्या लांबीच्या दोऱ्या बांधून त्यांना सारखीं दोन वजनें व आणि ट लाविलेलीं आहेत. आतां आपण व ह्या वजनास झोके दिले असतां, कांहीं वेळानें हे त्याचे झोके घेण्याचें

अगदीं थांबत येण्याचे पूर्वीच ट हें वजन आपोआपच झोके घेण्यास सुरुवात करितें, आणि व या वजनाचे झोके अगदीं थांबण्याच्या वेळीं ट ह्या वजनाचे झोके मोटमोठे होत जातात व हे झोके पुरे थांबण्याचे आधीं फिरून पहिल्या व वजनाचे झोके, त्यास आपण हात न लावितांहि सुरू होतात. असा हा क्रम बरेच वेळां चाललेला आपणांस पाहावयास सांपडतो. असें होण्याचें कारण दोन्ही वजनें सारखीं असून सारख्या लांबीच्या दोऱ्यांना सारख्या अंतरावर टांगलेलीं असतात व दरएक वजनाच्या हेलकाव्यास लागणारा काळ (फ्रिक्वेन्सी) एकच असतो.

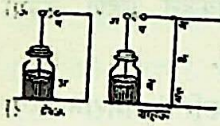
प्रयोग २ राः—एकादा ठराविक सूर काढणारा पोलादी चिमटा (ट्यूनिंग फोर्क) घेऊन त्याजवर ठोका मारला असतां त्याच्यांतून ठराविक स्पंदन-संख्येचा (फ्रिक्वेन्सी) आवाज निघतो. चिमट्यास ठोका देऊन पाणी भरलेल्या (थोडथोडें पाणी घालून भांड्यांतील हवेची उंची कमी करून घेतां येते,) उघड्या तोंडाच्या वर्तुळाकार भांड्याचे तोंडापासून थोडें अंतरावर आकृतीमध्यें दाखविल्याप्रमाणें तो धरला असतां, भांड्यांतील हवा थरारावयास लागते व त्यामुळें भांड्यांतून आपोआप निघणारा आवाज आपणांस ऐकूं येतो. परंतु असें घडून येण्यास भांड्यांतील हवेची उंची विवक्षित असली



(आ. नं. ८४)

पाहिजे. याचा अर्थ असा कीं, ट्यूनिंग फोर्कच्या एका सेकंदांतील स्पंदनसंख्येइतकीच (फ्रिक्वेन्सी) भांड्यांतील पाण्यावरील हवेची स्पंदन-संख्या (हवेचें थरारणें) असावी लागते.

प्रयोग ३ राः—मागें पान ५८ वर आकृति ३६मध्यें दाखविलेल्या सांठावरणीप्रमाणें, दोन सारख्या आकाराच्या बरण्या (एक प्रेषक व दुसरी ग्राहक) घेऊन (आ० ८५ पहा) त्यांतील डावे बाजूचे बरणीमध्यें विद्युत् जनकयंत्रानें स्थायी वीज भरतां येते; अशा बरणींतील आंतल्या दांड्यावरील गोलक एक-मेकांच्या अगदीं जवळ असल्यामुळें, बरणींत विद्युत् सांठा भरीत असतां तिच्यांत तो मावेनासा झाल्यावर, ह्या दोन्ही गोलकांमध्यें विद्युत् ज्योत निघून ती जोंपावेतों तेथें टिकून राहते, तेवढ्या थोड्या वेळेपुरतीं बरणीचे आंतील व बाहेरील धातुमय पत्र्यांना दांड्याचीं टोकें स्पर्श कर-णारीं असल्यामुळें ही एक सरणी बनते व तिच्यांतून आंदोलनें करणारा येजा प्रवाह वाहूं लागतो.



(आ. नं. ८५)

याप्रमाणें प्रेषक बरणीच्या गोलकामधून ज्योत निघत असतां उजवे बाजूस असणाऱ्या ग्राहक बरणीच्याही दोन गोलकांमध्यें त्याच वेळीं आपोआप विद्युत् ज्योत निघूं लागते. परंतु अशी ज्योत निघूं लागण्यापूर्वीं तिच्या उजव्या बाजूच्या आडव्या दांड्यांना जोडणाऱ्या उभ्या सळईस मागें पुढें सारून नियमित ठिकाणीं आणून ठेवल्यावरच हें घडून येतें, व हें, तिच्या दांड्याची लांबी प्रेषक बरणींतील दांड्याच्या लांबीबरोबर जुळवून घेण्याकरितां करावें लागतें.

वरील प्रयोगांत ग्राहक बरणीच्या गोलकांमधून आपोआप विद्युत् ज्योत कां निघते व तिचें जनकत्व कोणाकडे असतें याचें उत्तर असें देतां येईल कीं, दोन्हीही सांठा-बरण्या सर्व तऱ्हेनें सारख्या म्हणजे एकमेकींशीं संवादी बनविलेल्या असतात; व प्रेषक बरणीच्या गोलकांमध्यें ज्योत निघत असतां तेथील आकाशतत्त्वांत प्रारणलहरी उत्पन्न होऊन त्या, जवळच्या ग्राहक बरणीच्या सरणीकडून ग्रहण केल्या गेल्यामुळें तिच्या गोलकांमध्येंही ज्योत निघूं लागते.

असें हें संवादीकरण हुकमी घडवून आणण्याकरितां निरनिराळ्या मापांच्या चलधारण्या, वेटोळीं व निरोधनें यांचा एकाच सरणींत एकापुढें एक (In series) उपयोग करून, वाटेल त्या तरंगायामाच्या (वेव्ह लेंग्थ) प्रेषणस्थळांतील एरिअलबरोबर आपलें एरिअल जुळवून घेतां येतें. असें संवादीकरण कसें घडवून आणितां येतें, हें प्रारणयंत्रांतील रचनेविषयीं व त्यांत उपयोगीं पडणाऱ्या विद्युत्‌निर्वात गोलाविषयीं जास्त माहिती वाचकांना झाल्यावर सहज समजावून देतां येणारें आहे.

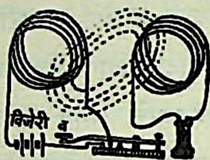
---

१६. वेटोळीं, धारणी इत्यादि

कोणत्याहि प्रेषणस्थळापासून प्रेषित झालेल्या प्रारण लहरींना ग्रहण करून त्या ठिकाणीं होत असलेलें गायन-वादन आपणांस ऐकविणारें जें यंत्र त्यासच रेडिओ हें सर्वांच्या परिचयाचें नांव आहे. याच नांवानें त्या यंत्राचा निर्देश येथें करणार आहों; व रेडिओची मांडणी कोणत्या तत्त्वावर केलेली असते आणि त्याच्यांत असणाऱ्या (वेटोळीं, धारणी, व्हॉल्व्ह इत्यादि) अवयवांचा परस्परांशीं संबंध कसा जोडावा लागतो व त्यांत त्यांचा कोणता उपयोग होत असतो हें आम्ही सारांश रूपानें वाचकांना समजावून देणार आहों. अशा प्रकारची माहिती झाली असतां बाजारांत तयार मिळणाऱ्या रेडिओपेक्षां, त्यास लागणारीं साधनें शक्य तितक्या तऱ्हेनें स्वतः बनवून, अगर आयत्या मिळणाऱ्या साधनांची जुळवाजुळव करून, एखाद्यास रेडिओ बनवितां आल्यास त्याला विशेष आनंद होणार आहे. आतांपावेतों रेडिओचे जे जे नवीन शोध लागत गेले, त्यांपैकीं पुष्कळसे शोध जिज्ञासु लोक रेडिओ बनविण्याचा प्रयत्न करीत असतांना लागलेले आहेत. अर्थात् आमचा एखादा वाचक स्वतः रेडिओ बनविण्याचा प्रयत्न करीत असतां त्याला देखील एखादा नवा शोध लागणार नाहीं कशावरून ? हें शक्य होण्यास रेडिओसंबंधीं पूर्ण माहिती व तो बनवितां येण्यास अवश्य लागणारें पूर्ण ज्ञान त्यास असलें पाहिजे हें उघड आहे.

प्रेषण स्थळापासून निघणाऱ्या प्रारण लहरींचें स्वरूप ये जा विद्युत्प्रवाहासारखें असल्यानें या प्रवाहाचा परिणाम एरिअल सरणी-

मध्यें कशा तऱ्हेनें होतो, व त्या सरणींत वेटोळीं, धारणी यांचा समावेश केला असतां त्यांचेकडून कोणतें कार्य होतें याची आपणांस माहिती करून घेतली पाहिजे. एखाद्या साध्या सरणीमध्यें प्रवाह सुरू करणें अगर बंद करणें यामुळें शेजारीं असलेल्या वाहकांच्या सरणीमध्यें आपोआप विभावन क्रियेनें ये जा प्रवाह सुरू होणें हें कसें होतें हें पान ४९वर (आकृती ३०) दिलें आहे. एका वेटोळ्यांतून प्रवाह सुरू अगर बंद केला असतां दुसऱ्या वेटोळ्यांत ये जा प्रवाह कसा सुरू होतो हें खालील प्रयोगावरूनहि आपणांस दिसून येईल. (आ० ८६ पहा.)

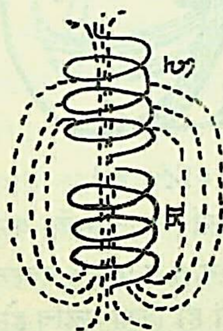


(आ० ८६)

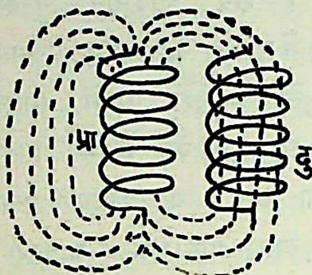
रेशीमवेष्टित तारेचीं दोन वेटोळीं एकाशेजारीं एक व समांतर बसविलेलीं आहेत. त्यांतील एका वेटोळ्याचीं दोन टोकें विजेरीस जोडून त्यांत विद्युत्प्रवाह सुरू करणें व लगेच बंद करणें ही क्रिया वारंवार चावी जोडून अगर सुटी करून करितां येते. दुसऱ्या वेटोळ्याचीं दोन टोकें टेलिफोनच्या ग्राहकास जोडलीं आहेत. पहिल्या वेटोळ्यांत प्रवाह सुरू करितांच ग्राहकांतून आवाज निघतो, व प्रवाह बंद करितेवेळींहि हा आवाज निघतो. या आवाजाच्या योगानें आपणांस कळून येतें कीं, पहिल्या वेटोळ्याचा दुसऱ्या वेटोळ्याशीं कोणताहि प्रत्यक्ष संबंध नसतां त्याच्यांतील चावीच्या जोडणीनें अगर चावी सुटी करण्यानें प्रवाह वाहूं लागणें अगर बंद होणें या दोन्ही गोष्टींची आपणांस खूण मिळते. पहिल्या वेटोळ्याचा दुसऱ्या वेटोळ्यावर होणाऱ्या विभावनक्रियेचाच हा परिणाम होय. पहिल्या

वेटोळ्यांत वाहणाऱ्या विद्युत्प्रवाहामुळें त्यांतील प्रत्येक वेढ्या-भोंवतीं लंब पातळींत चुंबकक्षेत्र (हें क्षेत्र आकृतींत तुटक्या रेषांनीं दाखविलें आहे) उत्पन्न होऊन तें दुसऱ्या वेटोळ्याच्या वेढ्यावर आक्रमण करितें व प्रवाह बंद पडतांच तें तेथून परतूं लागतें. यामुळें दुसऱ्या वेटोळ्यांत उलट सुलट दिशेनें वाहणारा प्रवाह संचरूं लागतो. त्यास प्रेरित (इंडयुस्ड) प्रवाह म्हणतां येईल. ज्या वेटोळ्यांत प्रवाह वाहत असतो अगर बंद होत असतो त्यास प्राथमिक (प्रायमरी) वेटोळें व ज्यांत प्रेरित होतो त्यास दुय्यम (सेकंडरी) वेटोळें अशीं नांवें शास्त्रज्ञांनीं दिलेलीं आहेत. प्रेरित् प्रवाह उत्पन्न होणें, हें प्राथ-मिक वेटोळ्यांत वारंवार सरळ प्रवाह सुरू करणें अगर बंद करणें येवढ्यानेंच घडून येतें असें नाहीं तर कमी अधिक प्रमाणांत वाहणाऱ्या प्रवाहास अथवा दुसऱ्याच एकाद्या ये जा प्रवाहास त्यांत वाहावयास लावल्यानेंहि हें घडून येतें.

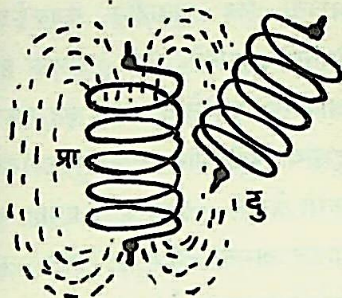
प्राथमिक वेटोळ्यांत प्रवाह वाहूं लागतांच अगर बंद होतांच दुय्यम वेटोळ्यांत विभावनक्रियेनें जो ये जा प्रवाह उत्पन्न होतो तो कमीअधिक शक्तीचा करणें हें त्या वेटोळ्याच्या मांडणीवर अवलंबून असतें. जसें, एकाच आंसावर एकापुढें एक, अगर समांतर आंसावर एकाशेजारीं एक अशीं वेटोळीं असतां प्राथमिक वेटोळ्यांत वाहणाऱ्या प्रवाहामुळें उत्पन्न होणारें चुंबकक्षेत्र दुय्यम वेटोळ्यावर मोठ्या प्रमाणांत आक्रमण करितें


(आ० ८७ अ)

व त्यामुळें दुय्यम वेटोळ्यांत मोठ्यांतमोठा ये जा प्रवाह उत्पन्न होतो

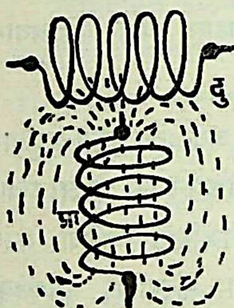


(आ० ८७ ब)

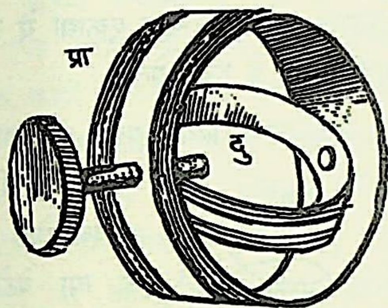


(आ० ८७ क)

(आ० ८७ अ, ब पहा). त्याचप्रमाणें एका वेटोळ्याचा आंस दुसऱ्या वेटोळ्याच्या आसाशीं जसजसा जास्त अंशांचा कोन करील तसतसें



(आ० ८७ ड)



(आ० ८७ इ)

कमी प्रमाणांत चुंबकक्षेत्राचें आक्रमण होत असतें व त्यामुळें कमी शक्तीचा प्रवाह उत्पन्न होतो. तसेंच (आ. ८७ क व ड पहा.) एकाचा आंस दुसऱ्याच्या आंसाशीं काटकोन करीत असतां ही क्रिया मुळींच होत नाहीं, त्यामुळें प्रवाहाची उत्पत्तीहि होत नाहीं. एक वेटोळें दुसऱ्या

वेटोळ्याचे पोटांत अशा तऱ्हेनें बसवितां येतें कीं, त्यास जोडलेली फिरकी हलवून त्याचा आंस पहिल्या वेटोळ्याचें आंसाशीं लहानमोठा कोन करील, व त्यामुळें या वेटोळ्यास कमी अधिक मापाचें बनवितां येईल. अशा वेटोळ्यांचा उपयोग दुसऱ्या वेटोळ्यांचें माप काढण्याकडे होतो, व त्यास व्हेरीऑमिटर म्हणतात (आ० नं० ८७ इ.).

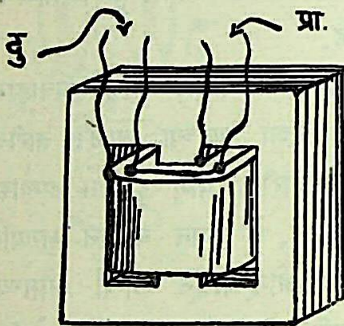
प्राथमिक वेटोळ्याचे पोटांत नुसती हवा असतांना त्यापासून निघणाऱ्या दुय्यम वेटोळ्यावर आक्रमण करणाऱ्या चुंबकक्षेत्रापेक्षां हवेचे जागीं लोखंडाच्या सळया घातल्या असतां तेंच चुंबकक्षेत्र अधिक शक्तीचें होतें; अशा वेळीं दुय्यम वेटोळ्यांत अधिक शक्तीचा प्रवाह उत्पन्न होतो.

रेडिओमध्यें निरोधनें (रेझिस्टॅन्स), बंधन्या (चोक्) व रोहित्रें (ट्रॅन्सफॉर्मर) यांचाही उपयोग करावा लागतो. तीं कशीं बनलेलीं असतात हें खालीं दिलेलें आहे.

निरोधनें:—ज्या धातूमुळें अगर द्रव्यामुळें विद्युत्प्रवाहास जास्तींत जास्त रोधन होत असेल अशा धातूच्या अगदीं बारीक तारांचे, अगर ग्राफाइटसारख्या द्रव्याचे बारीक कण दुसऱ्या एखाद्या निरोधक द्रव्यांत मिसळून त्या मिश्रणाचें, हें साधन बनवून सरणींत त्याचा उपयोग केलेला असतो. तें एक ओम् पासून लाखों ओमच्या मापाचें बनवितां येतें. तसेंच हीं कमी अधिक मापांचीं करितां येतील अशीं चल निरोधनेंही बनविलेलीं असतात. त्याजबरोबर सरणींतील ऊर्जास झुंजावें लागल्यानें अशा प्रकारचें निरोधन सरणींत घातलें असतां तिच्यांतील वाहणारा प्रवाह कमी प्रमाणाचा होऊन सरणींतील ऊर्जही (व्होल्टेज) त्या मानानें कमी होत जातें.

बंधन्याः—सरणीमध्यें मागें वर्णन केलेल्या कमी अधिक वेढ्यांच्या वेटोळ्यांचा निरोधनांच्या जागीं उपयोग करितां येतो व असा त्यांचा उपयोग ये जा प्रवाहाच्या सरणींत चांगला होतो; परंतु सरळ प्रवाहास त्यांचें तितकें निरोधन होत नाहीं. ये जा प्रवाहाच्या सरणींत त्याचा उपयोग करितेवेळीं त्याच्या पोटांत लोखंडाच्या सळया घालून तें अधिक ओम्चें बनवितां येतें, व अशा वेळीं त्यास बंधनी (चोक्) असें म्हणतात.

रोहित्रः—प्राथमिक व दुय्यम वेटोळीं हीं एका लोखंडी चौकटीच्या दोन बाजवांवर बसविलेलीं असतात (आ. पा. ५३ च्या शेवटीं पाहा). ही चौकट पातळ पत्र्यांच्या पुष्कळ चौकटींना एकीवर एक ठेवून बनविलेली असते. प्राथमिक वेटोळ्यांत उत्सेधी किंवा ये जा प्रवाह वाहत असतां त्या चौकटींत चुंबकत्व उत्पन्न होतें व लयास जातें; व तें दर आंदोलनाच्या वेळीं होत असल्यामुळें व हीं दोन्हीही वेटोळीं एकाच चौकटीच्या बाजूच्या भोंवतीं गुंडाळलेलीं असल्यानें तिच्यांतील कमीअधिक होणाऱ्या चुंबकत्वाचा त्यांच्यावर परिणाम होऊन दुय्यम वेटोळ्यांत जास्त ऊर्जाचा ये जा प्रवाह उत्पन्न होत असतो. या रोहित्राची शक्ति जास्त वाढविण्याकरितां बाजूच्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें एकाच आंसावर हीं दोन्ही वेटोळीं एकावर एक

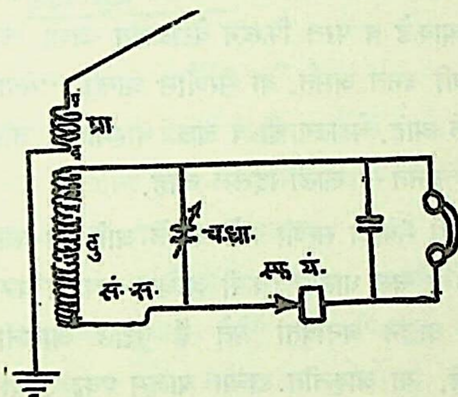


(आ० ८७ फ)

बसविलेलीं असतात. कारण अशा रोहित्रांत दोन्ही वेटोळ्यांच्या पोटांत असणाऱ्या लोखंडाची चुंबकशक्ति त्यांतील वाहणाऱ्या प्रवाहामुळें अन्योन्य (म्यूचुअल) परिणाम होऊन कमीअधिक वाढविली जाते.

वर वर्णिलेल्या साधनांकडून रेडिओमध्यें कोणतीं कार्यें घडून येतात याची माहिती रेडिओच्या मांडणीविषयीं केलेल्या विवेचनावरून वाचकांना सहज कळून येणारी आहे.

स्फटिक यंत्राविषयींचें जें वर्णन मागें दिलें आहे त्यावरून हें यंत्र प्रारण लहरींना ओळखून काढणारें असल्यानें तें सर्व प्रकारच्या रेडिओंचें मूळचें स्वरूप आहे असें म्हणावें लागतें. त्यास जोडिलेल्या एरिअलच्या तारेंत एका वेटोळ्याचा समावेश करूनच आपणांला जवळच्या प्रेषणस्थळाशीं तें संवादी करून घ्यावें लागतें. (पान १३८



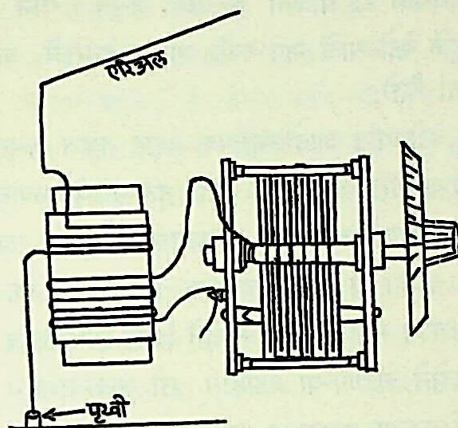
(आ० ८८)

पहा.) आपलें एरिअल कोणत्याहि प्रेषणस्थळाशीं संवादी बनविणें हें वेटोळें व धारणी या दोहोंच्या जोडणीचा उपयोग करून

जास्त चांगल्या तऱ्हेनें घडवून आणतां येतें. तें कसें होतें हें उदाहरणादाखल वर दिलेल्या स्फटिक ग्राहकाच्या मांडणीवरून कळून येईल (आकृति ८८ पहा). या आकृतींत एरिअलच्या तारेस **ग्रा** या वेटोळ्याचें एक टोंक **ए** या ठिकाणीं जोडून त्या वेटो-ळ्याचें दुसरें टोंक इ या ठिकाणीं पृथ्वीच्या तारेशीं जोडिल्यामुळें एरिअलवर येणाऱ्या प्रारण लहरी **ग्रा** या वेटोळयांत शिरून आंदोलनें घेत राहतात. अशा तऱ्हेनें ही एक एरिअल सरणीच बनते. अशीं आंदोलनें होत असतां तीं **ये जा** स्वरूपाचीं असल्यानें दु ह्या वेटो-ळ्यांतसुद्धां विभावनक्रियेनें तितक्याच आवर्तन संख्येचीं (फ्रिक्वेंसी) आंदोलनें होऊं लागतात. दु ह्या वेटोळ्याचीं दोन्ही टोंकें **धा** या चल धारणीच्या दोन्ही पत्र्यांस जोडलेलीं असल्यानें या वेटोळ्यापासून चल धारणीच्या पत्र्याकडे व परत फिरून वेटोळ्यांत अशा तऱ्हेनें ये जा प्रवाहाची सरणी बनत असते. या सरणीस आम्ही "संवादी सरणी" असें नांव दिलें आहे. वेटोळ्याची व चल धारणीची जोडणी कशा तऱ्हेनें संवादी बनते हें खालीं दिलेलें आहे.

जीस आम्ही संवादी सरणी असें म्हटलें आहे ती कांहीं ठराविक वेढ्यांचें वेटोळें व चल धारणी (कमी अधिक मापाची करतां येणारी) यांची सांगड घालून बनवितां येते हें पुढील आकृती ८९ मध्यें दाखविलें आंहे. या आकृतींत डाव्या बाजूस एका उभ्या असलेल्या नळकांड्याच्या भोंवतीं असणाऱ्या वेटोळ्याचें एक टोंक एरिअलला जोडिलें आहे व दुसरें टोंक पृथ्वीशीं जोडिलें आहे. ह्या वरच्या वेटोळ्यास प्राथमिक वेटोळें असें म्हणतात. याच

वेटोळ्यामध्यें एरिअलवर येणाऱ्या प्रारण लहरींचीं आंदोलनें होऊं लागतात. तसेंच याच नळकांड्याच्या खालच्या बाजूवर बऱ्याच

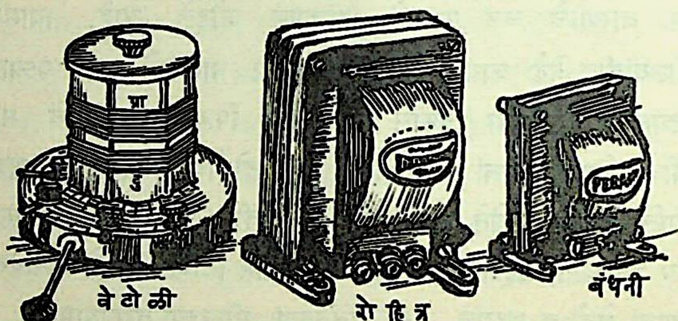


(आ० ८९)

वेढ्यांचें दुसरें (दुय्यम) वेटोळें आहे. त्याचें एक टोंक शेजारीं असणाऱ्या चल धारणीचे स्थिर पत्र्याचे दांड्यास जोडलें आहे व दुसरें टोंक धारणीचे चल पत्र्याचे दांड्यास जोडलें आहे. त्यामुळें वेटोळ्यांतील वेढे कायम ठेवूनहि नुसत्या धारणीचे चल पत्र्याचे दांड्यास जोडलेल्या चक्रास मागें पुढें फिरवून धारणीचें माप कमी अधिक करितां येतें. तसेंच ह्या दोहोंच्या सांगडीची अशी स्थिति बनवितां येते कीं, त्या सरणींतील आंदोलनांची संख्या अगर त्याच्यांत वाहणाऱ्या लहरींचा तरंगायाम निश्चित संख्येचा घडवून आणतां येतो व अशाच वेळीं तितक्या मीटरच्या तरंगायामाशीं या

सांगडींत वाहणारी सरणी जुळती अगर संवादी झालेली आहे असें म्हणतां येतें. तसेंच वेटोळ्यांत कमी अधिक वेढ्यांचा समावेश करतां येईल अशा तऱ्हेनें ही योजना केलेली असते (पान १३८, आ. ८२). त्यामुळें वेटोळ्याचें माप कमी अधिक हेनरीचें करून त्याचा उपयोग करितां येतो.

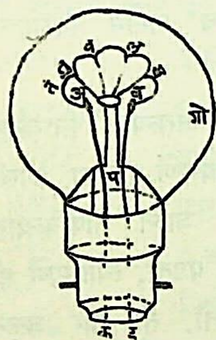
प्राथमिक वेटोळ्यांत आंदोलनात्मक प्रवाह वाहत असतां विभावन-क्रियेनें संवादी सरणींतील " दु " या दुय्यम वेटोळ्यांत आपणांस पाहिजे त्याच तरंगायामाच्या प्रेषण स्थळाच्या प्रेषित लहरी तेवढ्या वाहूं लागतात व त्या ये जा स्वरूपाच्या लहरी स्फटिक ग्राहकाच्या यंत्रांतील स्फटिकांत माऊमिशीच्या मार्गानें शिरूं लागतात व स्फटिकाचा धर्म एकाच दिशेनें वाहणाऱ्या प्रवाहास तो आपल्यामधून मार्ग देत असल्यानें स्फटिकाच्या बुडाकडून एकाच दिशेकडून वाहणारा पण उत्सेधी प्रवाह कर्णपुटांत वाहूं लागतो व त्यांतील पुटास त्यामुळें कमी अधिक जोरानें थरारावयास लावून आपणांस आपलें एरीअल संवादी केलेल्या प्रेषण स्थळाचेंच तेवढें गाणें ऐकू येतें.



१७. विद्युत्‌निर्वात गोल (व्हॉल्व्ह)

मागें सांगितल्याप्रमाणें कोणत्याहि ग्राहकामध्यें ज्या महत्त्वाच्या तीन गोष्टी घडवून आणाव्या लागतात त्या सर्व सध्यांच्या रेडिओ यंत्रांत व्हॉल्व्ह या साधनाचा उपयोग केल्यामुळें उत्तम तऱ्हेनें साधलेल्या आहेत, म्हणून व्हॉल्व्ह हें साधन अति महत्त्वाचें आहे.

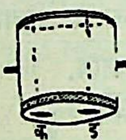
या व्हॉल्व्हचा शोध प्रथम फ्लेमिंगसाहेबानें १८९६ मध्यें लाविला. परंतु अलिकडे निरनिराळ्या शोधकांच्या शोधांमुळें त्याच्या रचनेंत पुष्कळ फेरफार घडून आले आहेत व त्यांमुळें त्याच्याकडून नाना प्रकारचीं कार्यें घडून येत आहेत. अशा कार्यांवरून व त्यांच्या रचनेच्या प्रकारांमुळें त्यास निरनिराळीं नांवें दिलीं जातात. जसें, निर्वात गोल (व्हॅक्युअम् ट्यूब), तपनगोल (थरमिऑनिक ट्यूब), सूचक गोल (डिटेक्टर व्हॉल्व्ह), ये जा (ए.सी.) प्रवाहास सरळ (डी.सी.) प्रवाहाचें स्वरूप देणारा (रेक्टिफायर), वर्धक गोल (ॲम्प्लीफायर), द्विदल गोल (डायोड), त्रिदल गोल (ट्रायोड) इत्यादि.



(आ० ९०)

सध्यां सर्वांना माहीत असलेल्या विद्युत्‌दीपाविषयीं (इन्कॅन्डीसेंट लॅंप) कांहीं प्रयोग करून पाहत असतां व्हॉल्व्हचा शोध प्रथम लागला व त्याच्या रचनेंत कांहीं जास्त अवयव घालून फ्लेमिंगसाहेबानें हा व्हॉल्व्ह तयार केला. या विद्युत्‌दीपाच्या रचनेची माहिती वाचकांना असणें जरूर आहे. (आ. ९० पहा.) ही आकृति विद्युत्‌दीपाची आहे.

तींतील गो हा तोंड असलेला कांचेचा गोल असून त्याच्या तोंडाशीं प ही काचेची पकड बसविली आहे. पकडींत अ क व ब ड अशा दोन तारा घातलेल्या असून त्या तारांच्या अ ब या दोन टोंकांवर कमळाच्या आकाराचें तंतुवलय बसविलेलें आहे. हें वलय टंगुस्टन धातूच्या केसासारख्या बारीक तारेचें असून त्याच्यामधून विद्युत् प्रवाहास वाहूं द्यावें लागतें. ही पकड गोलाच्या तोंडांत बसवून पकडींत मुद्दाम ठेविलेल्या छिद्रावाटें अगर मुद्दाम घातलेल्या नळीवाटें त्यांतील हवा पंपानें काढून टाकून त्याचें तोंड पक्कें बंद केलेलें असतें. अशा गोलाच्या तोंडावर दोन टोंकें असणाऱ्या अटकवजा पितळेची शेंब बसविलेली असते. पकडींतील तारांचीं बुडाकडील टोंकें बाहेर आलेलीं असून बुडाबरोबर खिळलेलीं असतात. (आ. ९१) नंतर हा गोल बैठकीवजा घरामध्यें असा बसवितां येतो कीं, या खिळलेल्या तारांच्या टोंकांशीं आपले येथें असलेल्या वीज पुरविणाऱ्या कंपनीच्या लाईनचें ऋणाग्र व धनाग्र चिकटून बसविल्यानें याच मार्गानें दिव्याच्या गोलांतील फिलॅमेंटमधून प्रवाहास वाहतां येईल.

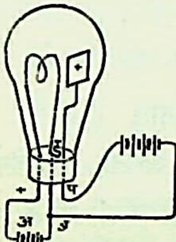


(आ० ९१)

फिलॅमेंटची अगर तंतुवलयाची तार बारीक असल्यानें तिच्यांतून विद्युत्प्रवाह वाहूं लागतांच ती तापूं लागते. ज्याप्रमाणें एकादा लोखंडाचा तुकडा अग्नींत तापविल्यानें लाल होतो, व जास्त तापविल्यास शुभ्र दैदिप्यमान होऊन त्याचा सभोंवतीं प्रकाश पडतो, त्याप्रमाणें ही तार तप्त होऊन तिचा प्रकाश बाहेर पडूं लागतो. ती तार जळून जात नाहीं, कारण गोलास बहुतांशीं निर्वात बनविला असल्याकारणानें

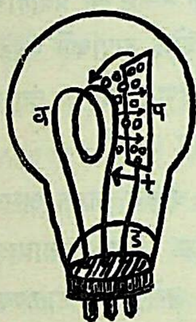
त्यांतील प्राणवायु (ऑक्सिजन) नाहींसा झालेला असतो. कोणताहि पदार्थ जळणें म्हणजे त्यांतील कांहीं मूलतत्त्वांचा प्राणवायूशीं संयोग होणें होय. असा संयोग होत असतां त्या पदार्थापासून प्रकाश व उष्णता या दोहोंची उत्पत्ति होते; परंतु किट्सनच्या गॅसच्या दिव्यांतील मँटल सारखे कांहीं पदार्थ स्वतः न जळतां पुष्कळ तप्त झाल्यानें प्रकाश मात्र देतात. त्याप्रमाणेंच दिव्यांतील फिलॅमेंट स्वतः न जळतां प्रकाश देत राहतें (फिलॅमेंटचें आयुष्य दिवा सतत प्रकाशित टेविल्यास हजारबाराशें तासपावेतों असतें). या दिव्यास प्रकाश देण्यास समर्थ करणारा विद्युत्प्रवाहच होय, मग तो सरळ (डी. सी.) असो अथवा ये जा (ए. सी.) असो, दोन्ही प्रकारच्या प्रवाहांचा उपयोग सारखाच होतो. कारण, दिव्यांतील फिलॅमेंट तापविणें एवढेंच कार्य त्या प्रवाहाकडून व्हावयाचें असतें व म्हणून त्यास तंतूच्या कोणत्याहि टोंकाकडून वाहूं दिल्यास हेंच कार्य होत असतें.

वर वर्णन केलेल्या दिव्यासंबंधीं कांहीं प्रयोग करून पाहत असतां असें आढळून आलें कीं, दिव्यांतील तंतु पुष्कळ वेळां धनाग्राशीं जोडिलेल्या टोंकाशीं तुटत असे. तें टाळण्याकरितां एडिसनसाहेबानें त्या गोलांत दिव्याच्या बुडाकडून तिसरी तार घालून तिच्या टोंकावर एक पत्रा तंतुवलयापासून कांहीं अंतरावर बसविला (आ. ९२ पहा) व त्या तारेचें बुडाकडील टोंक फिलॅमेंटच्या टोंकास जोडणाऱ्या धनाग्राच्या तारेशीं अगर आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें निराळ्या एका



(आ० ९२)

विजेरीच्या धनाग्रास जोडून या पत्र्यांत नेहमीं धन वीज भरून राहील अशी तजवीज केल्यावर फिलॅमेंट तुटेनासें झालें; परंतु तेंच टोंक ऋणाग्रास जोडिल्यास त्याचें हें तुटणें चालूंच राही. असें कां होतें हें त्या वेळीं समजलें नाहीं; कारण, तोंपावेतों अणूमध्यें असणाऱ्या वीजकांविषयींचें ज्ञान कोणालाहि झालेलें नव्हतें व वीजकांचा प्रवाह म्हणजेच विद्युत्प्रवाह याची कल्पनाही कोणास नव्हती. फ्लेमिंग-साहेब जेव्हां निर्वात गोलासंबंधीं कांहीं प्रयोग करीत होते तेव्हां त्यांना असें कळून आलें कीं, फिलॅमेंटमधून विद्युत्प्रवाह वाहूं लागल्यावर तें तापूं लागतांच त्याच्यांतून वीजक बाहेर पडतात. तें ज्या मानानें जास्त तापतें त्या प्रमाणांत हे वीजक जास्त जास्त बाहेर पडूं लागतात. अशा वीजकांना ते ऋण विद्युत्कण असल्यामुळें प हा पत्रा स्वतः धनविद्युतेनें भरलेला (चार्ज केलेला) असल्या वेळीं मात्र आपणांकडे खेंचून घेत असतो, व त्यामुळें वीजकांचा पत्र्याकडे प्रवाह सुरू होतो. (आ. ९३ पहा.) फिलॅमेंट वीजकांना बाहेर फेकीत असल्यामुळें तें



(आ० ९३)

स्वतः ऋणाग्र (कॅथोड) बनतें व पत्रा धनाग्र (ॲनोड) बनलेला असतो. वीजकांचा प्रवाह जोंपावेतों चालू असतो तोंपावेतों पत्रा व फिलॅमेंट यांमध्यें विद्युत्प्रवाहाची ही एक नवी सरणी बनते, व ज्या मानानें पत्र्यांत धनाधिक्य असेल त्या मानानें त्या सरणींत मोठा प्रवाह वाहूं लागतो. हा नवा शोध सर्व प्रकारच्या व्हॉल्व्हच्या शोधांचा मुख्य

पायाच होय. असें घडून येण्याकरितां फिलॅमेंटमधून प्रवाह वाहणें जरूर असतें; कारण, त्या प्रवाहामुळें तें तापून त्याच्यापासून बीजक बाहेर पडूं लागतात व पत्रा त्यांना आपल्याकडे ओढून घेतो. गोलांतील या सरणीचा शोध फ्लेमिंगसाहेबास प्रथम लागला. या गोलाचा उपयोग स्फटिकग्राहक यंत्रांतील स्फटिकाच्या जागीं होऊं लागला, म्हणून त्यास व्हॉल्व्ह* हें नांव पडलें. यांत फिलॅमेंट व पत्रा असे दोनच अवयव असल्यामुळें त्याला द्विदल गोल (डायोड व्हॉल्व्ह) असें नांव पडलें.

वरील द्विदल गोलामध्यें गाळणी (ग्रिड) हा एक नवीन अवयव घालून त्रिदल (ट्रायोड) गोल बनविलेला असतो; व त्याला बसविण्याकरितां त्याच्या पकडीच्या बुडांतून चौथी तार घालून तिच्या टोंकावर हा अवयव बसविलेला असतो. बुडाकडील तारांच्या चारी टोंकांना आकृतीमध्यें दाखविल्याप्रमाणें चार पायांचें स्वरूप दिलेलें असतें. या चार पायांना एका बैठकींत (आ. ९५ पहा) अशा रीतीनें बसवितां येतें कीं, प्रत्येक पायाच्या टोंकाशीं विजेरीचें धनाग्र अगर ऋणाग्र त्यांच्या शेजारीं असलेल्या स्क्रूचेंमार्फत जोडितां येत असल्यानें गोलांतील कोणत्याही अवयवांत विद्युत्प्रवाहास शिरकाव



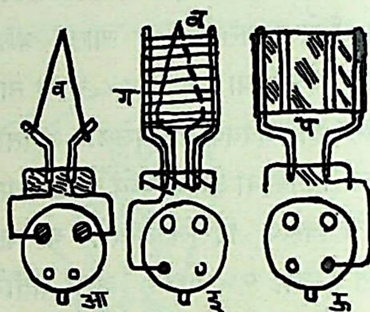
(आ० ९४)

*टीप:—पाण्याच्या पंपाच्या नळींत आंत शिरणाऱ्या पाण्यास सहज वाट देणें व आंत आलेल्या पाण्यास बाहेर न जाऊं देणें हें ज्यामुळें केलें जातें अशा अटकेस " व्हॉल्व्ह " म्हणतात. त्याचप्रमाणें विजेच्या एकाच दिशेनें वाहणाऱ्या प्रवाहास वाट देणें व उलट दिशेनें वाहणाऱ्या प्रवाहास अटक करणें हें कार्य या विद्युत् गोलामुळें घडून येतें म्हणून त्यास " व्हाल्व्ह " हें नांव दिलें आहे.

मिळतो. तसेंच या बैठकींत गोलाचे चारी पाय शिरण्याकरितां अशा अंतरानें भोंकें ठेविलेलीं असतात कीं, गोलाचे चारी पाय त्यांत सहज बसवितां आल्यास तो जसा पाहिजे तसा बसविलेला आहे असें धरून चालतां येतें. साध्या विद्युत्दीपाप्रमाणें अगर द्विदलगोला-

(आ० ९५)

प्रमाणें यांतही टंग्स्टन धातूचें अगर सिलीकोनिकल, क्रोनिअम्-निकलसारख्या एकाद्या मिश्र धातूचे '^' अशा कोनाच्या आकाराचें फिलॅमेंट* तारेवर बसविलेलें असतें. या कोनाच्या पृष्ठभागावर बेरिअम् सल्फाइड अथवा स्ट्रॉन्शिअम् सल्फाइडचा लेप दिलेला असतो. व्हॉल्व्ह-मधील अवयव कसे असतात हें आकृति ९६ मध्यें दाखविलें आहे. डाव्या बाजूस तारांच्या दोन टोंकांवर कोनाकृति फिलॅमेंट बसविलेलें आहे. मधल्या



(आ० ९६)

आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें नवीन घातलेल्या चौथ्या तारेच्या टोंकावर तारेचें चपटें वेटोळें अगर तारेच्या चाळणीच्या पत्र्याचें वांकविलेलें खोलीवजा चपटें नळकंडें वलयाच्याभोंवतीं उभें राहील असें बसविलेलें असतें, यासच गाळणी (ग्रिड) म्हणतात. उजवीकडील आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें या फिलॅमेंटच्याभोंवतीं असणाऱ्या ग्रिडच्या सर्व

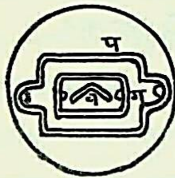
* तंतुवलय, तंतु, वलय अथवा फिलॅमेंट हे शब्द आम्हीं समानार्थी वापरिले आहेत.

बाजूंनीं सुटा पण कांहीं अंतरावर उभा करितां येणारा **प** हा पत्रा



(आ० ९७)

वळवून तो तिसऱ्या तारेच्या टोंकावर बसवितां येतो. म्हणजे वलयाच्याभोंवतीं गाळणी व गाळणीच्याभोंवतीं हा वळविलेला पत्रा, अशा या तीन अवयवांचा हा त्रिदलगोल (ट्रायोड व्हॉल्व्ह) बनलेला असतो. त्याची कल्पना आकृतींत ९७ पाहिली असतां येईल. या आकृतींत **प** हा पत्रा असून आंतील अवयव स्पष्ट दिसावेत म्हणून त्याची आपलेकडील बाजू तोडलेली दाखविली आहे. तसेंच हा व्हॉल्व्ह आडवा कापिला



अ

(आ० ९७ अ)

असतां हेच तीन भाग फिलॅमेंट, त्याच्याभोंवतीं गाळणी व दोहोंच्याहीभोंवतीं पत्रा, अशा प्रकारें बसविलेले आहेत असें दिसून येतें. (आ.९७अ)

अलीकडे कांहीं शोधकांनीं या त्रिदलगोलामध्यें थोडे फेरफार करून व त्यासंबंधीं बरेच प्रयोग करून पाहिल्यावर त्यांत कांहीं नवे भाग घालून निरनिराळ्या प्रकारचे व्हॉल्व्ह निर्माण केले आहेत व नवीन ग्राहकयंत्रें बनविणारे आपल्या यंत्रांत त्यांचा उपयोग करूं लागले आहेत. तसेंच काचेच्या गोलाऐवजीं धातूच्या चंबूचा उपयोग करून व्हॉल्व्ह बनविलेला असतो. या व्हॉल्व्हना (स्क्रीन ग्रिड) चतुर्दल, पंचदल (पेंटोड) इत्यादि नांवें दिलीं आहेत. त्रिदलगोल हा सर्व प्रकारच्या व्हॉल्व्हचा पाया असल्यामुळें त्याच्या कार्याविषयीं त्याच्या उपयोगी पडणाऱ्या विद्युत्शक्तीविषयीं पुढील प्रकरणांत जी आम्ही माहिती देणार आहों तिचें पूर्ण ज्ञान वाचकांना झाल्यावरच या नव्या तऱ्हेच्या व्हॉल्व्हविषयींची माहिती त्यांना सहज करून घेतां येणार आहे.

---

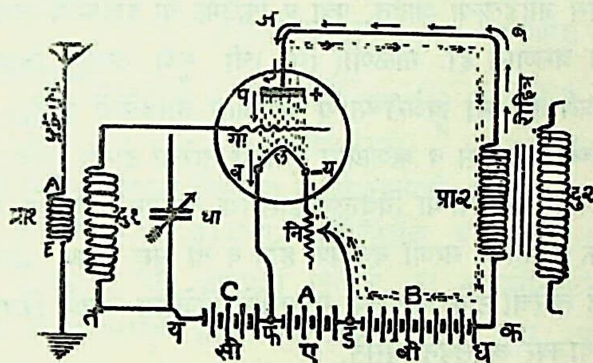
१८. व्हॉल्व्हचा उपयोग

द्विदलगोलाचा उपयोग येजा प्रवाहास सरळ प्रवाहाचें स्वरूप देण्याकडे होतो, असें मागें सांगितलेंच आहे. त्रिदलगोलांत गाळणी हा तिसरा अवयव घातल्यानें व त्यांत एरिअलवरून येणाऱ्या प्रारण-लहरींना प्रवेश करावयास लाविल्यानें त्याजबरोबर येणाऱ्या विद्युत्-शक्तीचें पुष्कळ पटीनें वर्धन करितां येतें. पत्रासरणींतील प्रवाहास एकदां पुष्कळ बीजकांच्या समूहानें व एकदां कमी बीजकांच्या समूहानें वाहावयास लावणें यासच प्रारण-लहरींबरोबर येणाऱ्या विद्युत्शक्तीचें वर्धन अथवा विस्तारीकरण (अँप्लिफिकेशन) असें म्हणतात.

पत्रासरणींतील प्रवाहाची शक्ति वाढविणें हें आपल्या येथें असणाऱ्या बिजेरीचा अथवा अन्य शक्तीचा उपयोग करूनच घडून येत असतें. पत्रासरणीमधून वाहणारा प्रवाह जास्त अँपिअरचा करणें म्हणजे प्रवाहाची शक्ति वाढविणें हें पुष्कळ अंशीं एरिअलवरून येणाऱ्या प्रारण-लहरींच्या ऊर्जावर अवलंबून असतें. जितक्या मोठ्या ऊर्जाचा हा प्रवाह असेल तितका मोठा प्रवाह पत्रासरणींतून वाहावयास लावितां येतो, म्हणूनच गोलाच्या या गुणांमुळें त्यास वर्धक-गोल (अँप्लिफायर) असें म्हणण्याची वहिवाट आहे व ज्या गोलांत पत्रा सरणींतील प्रवाह जास्त अँपिअरचा व जास्त ऊर्जाचा उत्पन्न करितां येतो त्यास शक्तिगोल (पॉवर व्हॉल्व्ह) असें म्हणतात.

ग्राहकामध्यें ज्या तीन गोष्टींची जरूरी असते त्या सर्व त्रिदल-गोलाच्या मदतीनें घडून येतात. व्हॉल्व्हचा उपयोग रेडिओंत करण्या-

करितां त्याचा निरनिराळ्या ऊर्जांच्या विजेरीशीं संबंध आणून निरनिराळ्या प्रकारच्या तीन सरण्या बनवाव्या लागतात. त्या तिन्ही सरणी सरळ प्रवाहाच्या असून त्यांपैकीं गाळणीच्या सरणींत तेवढ्या एरिअलवरून येणाऱ्या ये जा प्रवाहाची मिसळ होत असते. या तिन्ही सरणींत वाहावयास लावण्याकरितां तीन निरनिराळ्या ऊर्जांच्या विजेऱ्या लागत असून त्यांचा उपयोग कशा तऱ्हेनें केलेला असतो हें खालील आकृतीवरून स्पष्ट होणारें आहे. (आ. ९८ पहा.) या आकृतींत त्रिदल-गोल हा त्याच्या तीन अवयवांसह वर्तुळानें दाखविला आहे व त्यापासून निघणाऱ्या सरळ रेषा ह्या ग्राहकयंत्रांत व्हॉल्व्हमधील अवयवांना विजेरी अथवा दुसऱ्या साधनांना जोडणाऱ्या तारा असून त्यांच्या जोडणीनें ह्या निरनिराळ्या सरण्या बनतात. तसेंच



(आ० ९८)

आकृतींत खालच्या बाजूस सी. ए. बी. अशा निरनिराळ्या ऊर्जांच्या विजेऱ्या दाखविल्या आहेत (पान ३९ वरील टीप पहा). ग्राहक-

यंत्राच्या अवयवांची मांडणी कशी केलेली असते हें समजावून देण्याकरितां सर्वत्र रेडिओसंबंधीं माहिती देणाऱ्या पुस्तकांत या आकृतींत दाखविलेल्या संक्षेपरूपी चिन्हांचा उपयोग केलेला असतो; म्हणून वाचकांनीं या चिन्हांची पक्की ओळख करून घेतली पाहिजे. व्हॉल्व्हला दाखविणाऱ्या वर्तुळाच्या वरच्या भागांत आडवी जाड रेघ ही त्याच्यांतील पत्रा (प्लेट) आहे व त्यास लागून निघालेली रेषा प अ ही त्यापासून निघालेली तार **प अ व क ध** या मार्गानें जाऊन **बी** विजेरीच्या धनाग्रास जोडिलेली आहे. वर्तुळांतील खालच्या बाजूस असलेली बारीक तारेची कमान, हें गोलांतील तंतुवलय (फिलॅमेंट) अगर नुसतें वलय दाखवितें, त्याच्या दोन्ही टोंकांपासून निघालेल्या तारा ए विजेरीच्या **फ** ऋणाग्रास व **ड** धनाग्रास जोडिलेल्या आहेत. पत्रा व फिलॅमेंट या दोहींमध्यें नागमोडी-सारखी असणारी ही गाळणी(ग्रिड)ची खूण असून तिजपासून निघालेली तार **सी** विजेरीच्या **य** ऋणाग्रास जोडिलेली आहे. तसेंच विजेरीच्या धनाग्रास व ऋणाग्रास एकाद्या तारेचीं दोन्ही टोंकें जोडून विजेरीपासून निघणाऱ्या विद्युत्प्रवाहास त्या तारेंतून वाहूं देणें म्हणजे ही एक प्रवाहाची सरणी बनविणें होय व ती सुरू असणें अगर बंद होणें हें तारेचीं टोंकें चावीच्या मध्यस्तीनें विजेरीस जोडणें किंवा सुटीं ठेवणें याजवर अवलंबून असतें.

स्फटिकाच्या ठिकाणीं त्रिदलगोलाचा उपयोग करून तेंच कार्य अधिक मोठ्या प्रमाणावर घडून येतें, परंतु त्याकरितां गोलांतील तंतुसरणी व पत्रासरणी ए विजेरी व **बी** विजेरी ह्यांच्या साह्यानें

आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें बनवावी लागते. संवादीसरणी गोलांतील गाळणीस जोडल्यानें एरिअलवरून येणाऱ्या प्रवाहाचा गोलामध्यें शिरकाव होतो. गोलांतील पत्रासरणीच्या पत्र्यापासून प्रवाह बाहेर पडल्यावर वाग्वर्धकांत जातो व त्यामुळें त्यापासून गाणें मोठ्यानें ऐकूं येतें.

ठराविक आवर्तनसंख्येच्या सरणीबरोबर एरिअलची सरणी बनविणें झाल्यास धारणी कायम असतां वेटोळ्यांतील वेढ्यांची संख्या कमीजास्त करावी लागते व वेटोळें कायम असतां धारणीचें माप कमी अधिक करून घ्यावें लागतें. किंवा दोहोंमध्येंही फरक करून हें घडवून आणितां येतें. त्याचें समीकरण दोन प्रकारें मांडितां येईल.

$$(१)\ \text{आवर्तनसंख्या (फ्रिक्वेन्सी)} = \frac{१५९०००}{\sqrt{\dfrac{\text{वेटोळ्याचें माप}}{\text{(दशलक्षांश हेनरी)}} \times \dfrac{\text{धारणीचें माप}}{\text{(दशलक्षांश फॅरड)}}}}$$

$$(२)\ \text{तरंगायाम (मीटर)} = १\cdot८८५\sqrt{\dfrac{\text{वेटोळ्याचें माप}}{\text{(दशलक्षांश हेनरी)}} \times \dfrac{\text{धारणीचें माप}}{\text{(दशलक्षांश फॅरड)}}}$$

या समीकरणावरून विवक्षित आवर्तनसंख्येची ये जा प्रवाहाची सरणी बनविण्याकरितां कोणत्या मापाचें वेटोळें व धारणी असावी लागते हें काढितां येतें. आपणांस पाहिजे त्या मापाचीं वेटोळीं व धारण्या हीं बाजारामध्यें विकत मिळतात, व त्यांचें माप त्यांच्यावर छापिलेलें असतें; इतकेंच नव्हे, परंतु अमुकच तरंगायामाच्या प्रारणलहरी एरिअलनें ग्रहण कराव्या म्हणून हिशेब करून मुद्दाम बनविलेल्या चटईवजा तारांचीं वेटोळीं आयतीं तयार मिळतात, व तीं एकासमोर एक उभीं करून अगर कांहीं अंशांचा कोन करून बसवून

ग्राहकाकडून वाटेल त्या प्रेषणस्थळाच्या तरंगायामाशीं आपलें एरिअल संवादी करून तेथील गाणें ऐकविणें शक्य झालें आहे.

रेडिओमधील गोलांना त्यांच्या निरनिराळ्या कार्यामुळें निरनिराळीं नांवें दिलेलीं आहेत; सूचक गोल (डिटेक्टर), वर्धक गोल (ॲम्प्लिफायर) व शक्तिगोल (पॉवर व्हॉल्व्ह).

सूचकगोल (डिटेक्टर):—खालील आकृति ९९ पहा. गोलाला जोडूनच या तिन्ही सरणींची मांडणी संज्ञारूपानें दिली आहे. एरिअलवर इच्छित प्रारणलहरीच तेवढ्या येऊन पोंचल्या कीं नाहीं हें त्रिदल-गोलांतील पत्रावलय सरणीमध्यें कर्णपूटक गोऊनच क्लिक् असा आवाज* निघाल्यामुळें आपणांस कळून येतें. म्हणजे हा शब्द आपणांस लहरींच्या आगमनाची सूचना देतो. हा त्यांतील सूचकत्वाचा गुण कशामुळें येतो हें आपण पाहूं.

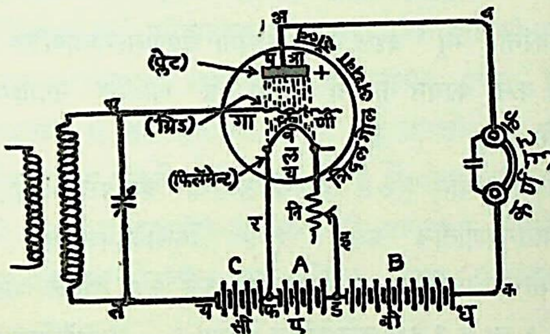
गाळणीची खोळ फिलॅमेंटभोंवतीं पण त्याच्यापासून अगदीं थोड्या अंतरावर असल्यानें एरिअलवरून येणाऱ्या ये जा प्रवाहामुळें तिच्यांत ऋणाधिक्य होतें तेव्हां फिलॅमेंटपासून बाहेर पडणाऱ्या वीजकांना ती पत्र्याकडे जाऊं न देतां फिलॅमेंटकडे परत पाठविते; त्यामुळें पत्रा-

---

* **टीप**-आपणांस पाहिजे असलेल्या प्रेषणस्थळापासून प्रारणलहरी निघूं लागल्या वेळीं मग तेथें गायन-वादन जरी सुरू झालं नसलें तरी हा क्लिक आवाज निघतो, व त्यामुळें आपणांस जें प्रेषणस्थळ पाहिजे असेल तें मिळालें असें समजतां येतें, परंतु त्या प्रेषणस्थळाच्या तरंगायाम-मीटर-संख्येच्या जवळच्या मीटर तरंगायामाच्या दुसऱ्या एकाद्या प्रेषणस्थळाचीही ती खूण असूं शकेल, व आपणांला पाहिजे तेंच स्टेशन मिळालें असें तेथील प्रत्यक्ष गाणें वगैरे ऐकूं आल्यावरच निश्चित होत असतें.

सरणी तितका वेळ अजिबात बंद पडते व फिरून ज्या वेळीं एरिअल-वरून येणाऱ्या ये जा प्रवाहापैकीं धन प्रवाहाचा भाग या गाळणींत मिळतो त्या वेळीं या गाळणीवरील ऋणवीज कमी होते, व फिलॅमेंट-पासून निघालेल्या वीजकांना आपणांमधून पत्र्याकडे जाण्यास वाट देते, म्हणजे पत्रासरणी फिरून चालू होते. असाच क्रम चालविल्यानें त्या प्रवाहास एका दिशेनें वाहणाऱ्या पण उत्सेधी प्रवाहाचें स्वरूप येतें. हें प्रवाहाचें नाडीवजा वाहणें व त्याच्या ह्या ठोक्यांची संख्या आवाजाच्या लहरींच्या स्पंदनसंख्येबरोबर असल्यामुळें तेथील गायन-वादन हेडफोनचा उपयोग करून ऐकविलें जातें. म्हणूनच यास डिटेक्टिंग अथवा रेक्टिफाइंग व्हॉल्व्ह असें म्हणतात.

गोलामध्यें संवादी-सरणींतून येणाऱ्या ये जा प्रवाहास सरळ प्रवाहाचें स्वरूप दोन प्रकारें देतां येतें. पहिल्या प्रकारांत संवादी-सरणींतून निघणाऱ्या ये जा प्रवाहास दुसऱ्या एका महानिरोधन व धारणी



(आ० ९९)

यांच्या समांतर सरणींतून वाहावयास लावून गाळणींत घालवावें लागतें (ग्रिड् लिक् कंडेन्सर मेथड). गाळणींत ज्या वेळेला ऋणाधिक्य होत असतें त्या वेळेला तंतुवलयांतून निघणाऱ्या बीजकांना ती मागें सारिते, व ज्या वेळेस धनाधिक्य असतें त्या वेळेसच बीजकांना पत्र्याकडे जावयास वाट मिळते, त्यामुळें पत्रासरणींत कमीअधिक मिलीअँपिअरचा पण सरळ-प्रवाह वाहावयास लागतो. या प्रकारांत सी विजेरीचा उपयोग करण्याची जरूरी नसते. दुसऱ्या प्रकारांत सी विजेरीचा उपयोग केलेला असतो (आ. ९९ पहा).

वर्धकगोल (अँप्लिफायर):—एकाद्या विद्युत् निर्वात गोलाचा उपयोग करीत असतां ज्या वेळीं कमींत कमी शक्ति खर्च करून जास्तींतजास्त मोठ्या अँपिअरचा प्रवाह त्या गोलांतून बाहेर पडत असेल त्या वेळीं तो गोल अधिक कार्यक्षम बनविणारानें बनविला आहे असें म्हणतां येतें व हें त्याजवर अंकित केलेल्या ‘ म्यू ’ च्या आंकड्यानें स्पष्ट होतें. अशा गोलास वर्धक-गोल असें म्हणतात.

वाचकांना ‘ म्यू ’ बद्दल स्पष्ट कल्पना येण्यास गोलावरील हा अंक गणितानें कसा कायम केलेला असतो हें खालील उदाहरणावरून समजणारें आहे.

गोलाच्या पत्र्यास १०० व्होल्टचे ऊर्जाचा बनविलें आहे. अशा वेळीं पत्रासरणींतील प्रवाह १·४ मिलीअँपिअरचा वाहतो; परंतु बाकीच्या गोष्टी कायम ठेवून तेंच ऊर्ज ९६ ठेविलें असतां हा प्रवाह १·१ चा व १०४ ऊर्ज ठेविलें असतां १·७ मिलीअँपिअरचा असे वाहतात; म्हणजे पत्र्यावरील ८ व्होल्टच्या फरकामुळें १·७ – १·१

= ·६ मिलीॲंपिअरच्या फरकानें प्रवाह मोठा होऊं शकतो; परंतु तितक्याच ऊर्जाच्या म्हणजे ८ व्होल्टच्या फरकानें गाळणींतील सरणींत मिसळणारा एरिअलवरून येणारा ये जा प्रवाह असला, तर तेवढ्यानेंच पत्रासरणींत प्रवाह सरासरीनें ४·५ ॲंपिअरच्या फरकानें वाहतो, म्हणजे ८ व्होल्टचाच फरक दोन्ही प्रयोगांत ठेविल्यास प्रवाहाच्या मापांत $\frac{४·५}{·६}$ = ७·५ इतक्या पटीचा फरक घडून येतो. याजकरितां अशा विद्युत्निर्वात गोलाचा 'म्यु' साडेसात म्हणून नमूद करितां येतो, म्हणजेच त्या प्रवाहाचें साडेसात पट वर्धन होतें. या पटीस ॲंप्लिफिकेशन फॅक्टर असें म्हणतात. हा फॅक्टर म्हणजे:–

$$\frac{\text{गाळणीच्या ऊर्जभेदामुळें पत्रासरणी प्रवाहांतील फरक}}{\text{पत्र्यांतील ऊर्जभेदामुळें होणारा प्रवाहांतील फरक}} = \frac{४·५}{·६} = ७\tfrac{१}{२}.$$

पत्र्यापासून बाहेर पडणाऱ्या प्रवाहाचें वर्धन फक्त एकाच गोलाच्या साहाय्यानें केलें असतां तें वर्धन वाग्वर्धकांत आवाज उत्पन्न करण्यास कमी पडतें म्हणून नेहमीं दोन किंवा अधिक गोलांचा उपयोग केलेला असतो, हें कसें होतें तें आपण पाहूं. एरिअलवरून येणाऱ्या प्रारण लहरींपैकीं आपणास पाहिजे त्याच तरंगयामाच्या लहरींना संवादी सरणींत प्रवेश मिळतो, त्यामुळें त्याच्यांत ये जा स्वरूपाचा प्रवाह वाहूं लागतो. या प्रवाहास संवादी-सरणीमधून वाहावें लागल्यामुळें त्याचें शें-दीडशें पटीनें वर्धन होऊन तो गोलांतील गाळणींत आंदोलनें घेऊं लागतो व त्यामुळें मागें सांगितल्याप्रमाणें या गोलांतील पत्रासरणींतून मोठ्या प्रमाणाचा पण

---

* वरील प्रयोगादाखल घेतलेलें उदाहरण जसेंच्या तसें प्रो. घिरार्डी यांच्या पुस्तकावरून घेतलें आहे. पान ४१२-४१३ (दुसरी आवृत्ती)

उत्सेधी प्रवाह वाहूं लागतो. हा प्रवाह दुसऱ्या गोलाचे गाळणीस जोडण्यापूर्वी त्यास निरोधन, रोहित्र वगैरेंतून घालवावा लागतो. अशा-प्रकारें एकापेक्षां अधिक गोलांचा उपयोग करून एरिअलवरून यंत्रांत येणाऱ्या विद्युत्शक्तीचें हजारों पटीनें वर्धन करावें लागतें व त्यामुळेंच मूळच्या आवाजासारखा मोठा आवाज वाग्वर्धकांतून निघूं लागतो.

हल्लीं स्क्रीन्-ग्रिड्-व्हॉल्व्ह म्हणून नव्या एका गोलाचा शोध लागल्यामुळें ही वर्धनक्रिया करण्याकरितां अनेक गोलांचा उपयोग करणें जरूर नसतें. कारण या एकाच गोलाचे मदतीनें एरिअलवरून येणाऱ्या विद्युत्शक्तीचें ३-४ शें पटीनें वर्धन होतें व त्यामुळें रेडिओचें काम बरेंच सोपें झालें आहे.

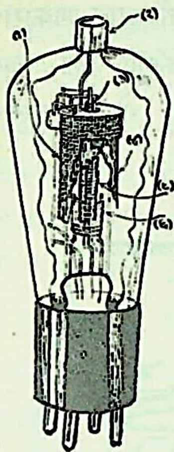
शक्तिगोल (पॉवर व्हॉल्व्ह):—या गोलाचें कार्य पत्रासरणी-मध्यें मोठ्यांतमोठा प्रवाह उत्पन्न करून वाग्वर्धकांमध्यें घालविणें हेंच होय. या वेळीं पत्र्यांतील ऊर्ज १२०-१५० व्होल्टचें असावें लागतें; व त्यामुळेंच पत्रासरणींत ऊर्जाचें वर्धन होऊन त्यांतील प्रवाह मोठ्या प्रमाणांत वाहूं लागतो. अलीकडे या गोलाच्या जागीं पंचदल गोलाचा (पेंटोड) उपयोग केलेला असतो. पंचदल गोल हा स्क्रीन् ग्रिड् गोलाचाच एक प्रकार आहे.



(आ० १००)

स्क्रीन् ग्रिड् व्हॉल्व्ह :—(आ. १०० पहा). या गोलामध्यें त्रिदल गोलापेक्षां एक अवयव जास्त घातलेला असतो. तो अवयव म्हणजे एक वळविलेला जाळीचा पत्रा असून मुख्य पत्र्याच्यापासून थोड्या

अंतरावर बाहेरून व आंतून पण गाळणीचे भोंवतालीं उभा राहील

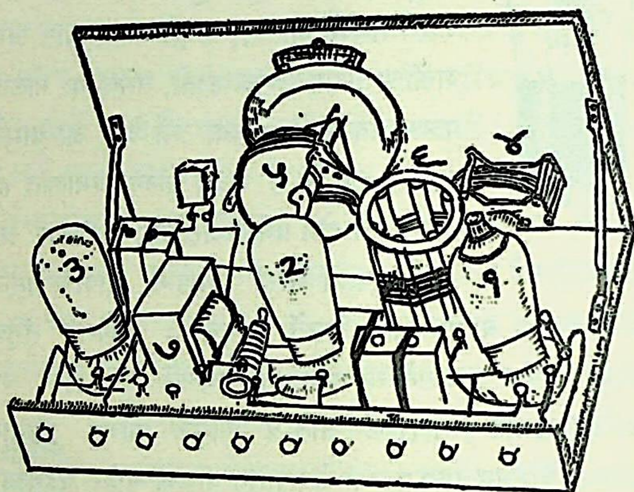


(आ० १०१)

असा बसविलेला असतो (आ. १०१ पहा). या वळविलेल्या जाळीच्या पत्र्यास स्क्रीन्ग्रिड् असें म्हणतात. त्यांत धन वीज भरलेली असल्यामुळें तो गाळणीमधून वीजकांना आपणाकडे जास्त खेचून घेतो, त्यामुळें मुख्य पत्र्याकडे वीजक जास्त संख्येनें जातात, म्हणून पत्रासरणींत अधिक शक्तीचा प्रवाह उत्पन्न होतो. तसेंच या गोलांतील पत्र्यास विजेरीचें अधिक ऊर्ज देतां आल्यामुळेंही त्यांतील शक्तीचें हें वर्धन मोठ्या प्रमाणांत होतें. या गोलांचे दोन प्रकार असतात. पहिल्या प्रकारांत तंतुवलय सरळ प्रवाहानें तापविल्यामुळें तें स्वत: वीजकांना बाहेर फेकीत असतें, व दुसऱ्या प्रकारांत तंतुवलय तापल्यानें त्याच्या उष्णतेनें त्याच्याभोंवतीं असलेलें एक अरुंद धातूचें नळकांडें (कॅथोड) तापविलें जातें व त्यामुळें त्याच्या पृष्ठभागावर लाविलेल्या बेरिअम् सल्फाइडच्या लेपापासून वीजक बाहेर पडतात. या गोलास पंचदल गोल 'पेंटोड' असें म्हणतात. कारण या गोलांत कॅथोड (अरुंद नळकांडें) हा पांचवा अवयव घातलेला असतो. अशा वेळीं तंतुवलय कोणत्याही (सरळ किंवा ये जा) प्रवाहानें तापविलें तरी चालतें.

कांहीं पंचदल गोलांत असणाऱ्या गाळणीच्या तारांमधील अंतर मध्यभागीं जास्त असून कडेला थोडें असतें, त्यामुळें या गोलाचा 'म्यू' कमी अधिक करितां येतो. अशा गोलास चल म्यू गोल असें म्हणतात.

अलीकडे काचेच्या गोलाऐवजीं धातूच्या पत्र्याचा (चंबूच्या आकाराचा) हा गोल बनविलेला असतो, त्यामुळें तो लहान आकाराचा असूनही न फुटणारा असा असतो, व त्यांतील बाकीची सर्व रचना नेहमींच्या गोलांतील रचनेसारखीच असते. यां गोलास धातूचा (मेटॅलिक) व्हॉल्व्ह असें म्हणतात.



मांडणीचें चित्र

१९. रेडिओची मांडणी

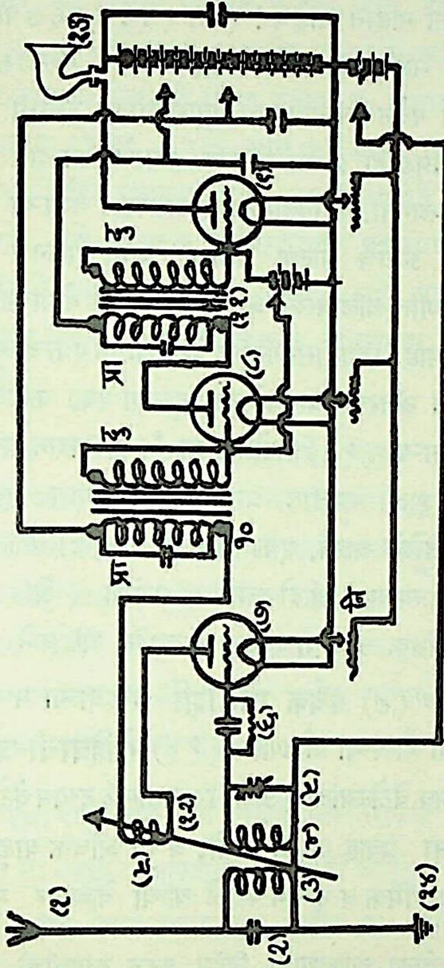
मागील प्रकरणांत विद्युत्‌निर्वात गोल, त्याची रचना, त्याजकडून घडून येणारीं कार्यें इत्यादि गोष्टींविषयीं बरीच माहिती दिली आहे. रेडिओमध्यें अशा निदान दोनतीन गोलांचा उपयोग करून मागें वर्णन केलेल्या धारणी, वेटोळीं इत्यादि साधनांशीं त्यांचा संबंध आणून त्यांच्याकडून इच्छित कार्य (दूरचें गाणें ऐकविणें) कसें करून घेतां येतें हें वाचकांना प्रत्यक्ष रेडिओच्या मांडणीवरून समजून येणारें आहे. या मांडणीमध्यें निरनिराळ्या साधनांना दाखविणाऱ्या चिन्हांखालीं आकडे घालून त्यांचे परस्पर संबंध कसे जोडलेले असतात हें स्पष्ट दाखविलें आहे. या मांडणींत उपयोजिलेल्या साधनांविषयीं वाचकांना थोडीबहुत माहिती झालीच आहे. परंतु आवाज उत्पन्न करणारें जें मुख्य साधन, (ज्यास आम्ही वाग्वर्धक असें नांव दिलें आहे) त्याची माहिती पुढें येणार आहे. प्रथम वाग्वर्धक हा रेडिओचा एक स्वतंत्र भाग मानला जात असे, परंतु अलीकडे त्याचा समावेश यंत्रांतच केलेला असतो. तसेंच सध्यां तयार मिळणाऱ्या रेडिओमधील गोल, वेटोळीं वगैरे सर्व धातूच्या आवरणानें झांकलेलीं असतात व त्यामुळें त्यांची माहिती आपणास सहज मिळणारी नसते; म्हणून रेडिओच्या साधनांची जुळवाजुळव कशा प्रकारें केलेली असते हें कळून येण्याकरितां मांडणीचा नकाशा दिला आहे. त्याचप्रमाणें रेडिओमधील सर्व अवयव कसे दिसतात, हें समजावें म्हणून ह्या मांडणीचें चित्र दिलें आहे.

रेडिओच्या मांडणीकरितां एक लाकडाची फळी (१५"×१०") उपयोगांत आणलेली असते व त्यास एक निरोधक द्रव्याची उभी

फळी जोडून त्याजवर धारण्या बसविण्याची योजना केलेली असते. (पान १७२ वरील चित्र पाहा.) ह्या धारण्या कमीअधिक मापांच्या करितां येतात. उभ्या फळीच्या बाहेरील बाजूस त्यांचे आंस काढून त्यावर बसविलेल्या फिरक्या फिरवून हें करितां येतें. ही धारणी व फिरकी कशा प्रकारची असते हें मागें आकृति ४० मध्यें दाखविलें आहे. त्याचप्रमाणें गोलांना व वेटोळ्यांना खोंचून बसवण्याकरितां आडव्या फळीवर निरोधक द्रव्यांचीं लहानमोठीं बैठकीवजा घरें पक्कीं करितां येतात. या घरांना प्रवाहास वाहून नेणाऱ्या तारा जोडण्याची सोय केलेली असते.

एरिअल (१) वरून येणारा **ये जा** प्रवाह (नकाशा पाहा.) धारणी (२) व वेटोळें (३) यांच्या जोडणींतून घालवून पृथ्वीशीं (१४) जोडलेला असतो. हीच एरिअल सरणीमध्यें असणारी संवादी सरणी होय व त्यामुळें आपणांस पाहिजे त्याच तरंगायामाच्या लहरी धारणीचें माप कमीजास्त करून तिच्यांतून वाहवावयास लावितां येतात. ह्या संवादी सरणीच्या वेटोळ्याशीं समांतर अगदीं थोड्या अंतरावर असें दुसऱ्या संवादी सरणींतील वेटोळें (४) बसविलेलें असतें. एरिअलवरील संवादीसरणींतील प्रवाह विभावनक्रियेनें या सरणींत आंदोलनें घेत असतां तेथून त्यास पहिल्या गोलाच्या गाळणीकडे पोंचविलें जातें. तसें करण्यापूर्वीं **ये जा** प्रवाहास नंबर (६) ची धारणी व एक महा-निरोधन (ग्रिड् लिक् कंडेन्सर) यांच्या जोडणींतून घालवावें लागतें. या गोलास **सूचक गोल** (७) (डिटेक्टर) असें म्हणतात. गाळणीवर येऊन पोहोंचलेल्या **ये जा** प्रवाहामुळें तंतुवलयापासून

मांडणीचा नकाशा



१ एरिअल
२ } ३ } संवादी सरणी
४ } ५ } संवादी सरणी
६ ग्रिड् लिक् कंडेन्सर
७ सूचक गोल
८ वर्धक गोल
९ शक्तिगोल
१० } ११ } रोहित्रे
१२ प्रोत्साहक घटोळे
१३ वाग्वर्धक
१४ पृथ्वी

निघालेल्या वीजकांना पत्र्याकडे कमीअधिक प्रमाणांत जाऊं देणें हें कार्य कसें होतें हें वाचकांना माहीत आहेच! (पा. १६६ व १६७ पाहा.) या गोलामुळें मागें सांगितल्याप्रमाणें **ये जा** प्रवाहाचें सरळीकरण व त्याच्या 'म्यू' प्रमाणें वर्धन झाल्यावर तो पत्रासरणींतून उत्सेधी होऊन वाहूं लागतो. स्क्रीनग्रिड हा ४ था व्हॉल्व्ह वापरणें झाल्यास सूचक गोलाच्यापूर्वी घालावा लागतो. या गोलामुळें एरिअलवरून येणाऱ्या आंदोलनात्मक प्रवाहाच्या ऊर्जाचें मोठ्या प्रमाणांत वर्धन होऊनच त्यास सूचक गोलाच्या गाळणींत घालविलेलें असतें. या सूचक गोलाच्या पत्रासरणींतील उत्सेधी प्रवाह, संवादीसरणींतील वेटोळ्याच्या एकाच आंसावर पण त्यापासून थोड्या अंतरावर बसविलेल्यां, दुसऱ्या एका कमीअधिक मापाचें करितां येणाऱ्या (१२) वेटोळ्यांतून *(रीॲक्शन कॉइल) घालवून रोहित्र (१०) यांतील प्राथमिक वेटोळ्यास नकाशांत दाखविल्याप्रमाणें जोडिलेलें असतें. एका आंसावरील दोन्ही वेटोळ्यांच्या अन्योन्य क्रियेनें त्यांच्या आंदोलनांतील उन्मेश (ॲम्प्लिट्यूड) वाढल्यामुळें प्रवाह अधिक ऊर्जाचा होऊन गाळणींत आंदोलनें घेतो.

सूचक गोल पुढील (८) **वर्धक गोलाशीं** रोहित्राच्या मध्यस्थीनें जोडलेला असतो. या गोलांच्या जोडणीस (११) **रोहित्राची-जोडणी** असें म्हणतात. प्राथमिक वेटोळ्यांतील उत्सेधी प्रवाहामुळें दुय्यम वेटोळ्यांत विभावनक्रियेनें **ये जा** प्रवाह उत्पन्न होतो, व तो अधिक वाढून वाहूं लागतो. हें वर्धन प्राथमिक व दुय्यम वेटोळें यांच्या वेढ्यावर मुख्यत:

---

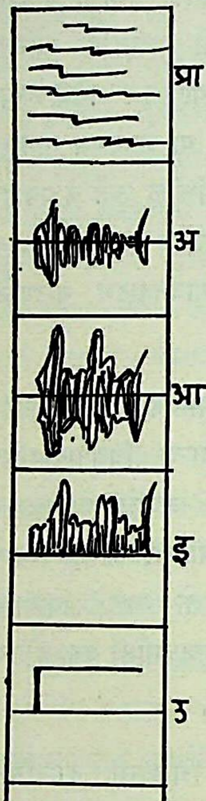
* नकाशांत दाखविलेल्या आंकड्यांचा निर्देश करून मांडणीची माहिती दिली आहे. यांत स्क्रीनग्रिड व्हॉल्व्ह वापरला नाहीं.

अवलंबून असते, म्हणजे ज्या मानानें दुय्यम वेटोळ्यांत जास्त वेढे असतील, त्या मानानें त्यांतील ऊर्जाचें वर्धन होतें. अशा वाढलेल्या प्रवाहास, पुढील गोलाच्या गाळणीस जोडलेलें असतें. गोलांची जोडणी रोहित्राचेऐवजीं निरोधनें किंवा बंधन्या व धारणी घालूनहि करितां येते. वर्धक गोलांत, ऊर्जाचें वर्धन झाल्यावर, त्यापासून निघालेल्या प्रवाहास, पुढील गोलाच्या गाळणीस जोडतां येतें. या शेवटच्या गोलास शक्तिगोल असें म्हणतात. शक्तिगोलाच्या पत्रासरणींतील ऊर्ज व प्रवाह, या दोहोंचें वर्धन होतें व त्या गोलांतून बाहेर पडणारा प्रवाह—निदान दोन-तीन वॅट शक्तीचा—वाग्वर्धकांत शिरल्यावर गायनवादन मोठ्यानें ऐकूं येतें.

वरील विवेचनावरून वाचकांचे लक्षांत आलेंच असेल कीं, रेडिओमधील, निरनिराळ्या सरण्यांतून वाहणाऱ्या विद्युत्प्रवाहांना निरनिराळीं स्वरूपें देण्यास, प्रेषण-स्थळापासून आपले एरिअलवर येऊन पोहोंचणारा, अति सूक्ष्म ‘ये जा’ प्रवाहच, प्रत्यक्ष अगर अप्रत्यक्ष रीतीनें कारण होत असतो; व म्हणून तो स्वत: कितीहि सूक्ष्म स्वरूपाचा असला तरी, ते प्रवाह त्याच्या गुणधर्मांनीं युक्त होऊन व पुष्कळ पटीनें वर्धन पावूनच, वाहत असतात.

प्रवाहाचीं निरनिराळीं स्वरूपें निरनिराळ्या चिन्हांनीं दाखवितां येतात. तीं खालील आकृतींत दाखविलीं आहेत. (आकृति १०२ पहा) या आकृतींत प्रेषण-स्थळापासून निघणाऱ्या प्रारण-लहरी ‘प्रा’ या चिन्हानें दाखविल्या आहेत. ‘अ’ हें चिन्ह, ‘ये जा’ प्रवाहास

दाखवितें. एरिअलवर येऊन पोहोंचणारा 'ये जा' स्वरूपाचा सूक्ष्म प्रवाह, हें याचें उदाहरण होय.



(आकृति नं. १०२)

'आ' हें चिन्ह त्याच 'ये जा' प्रवाहाचें, वर्धन पावलेलें स्वरूप दाखवितें.

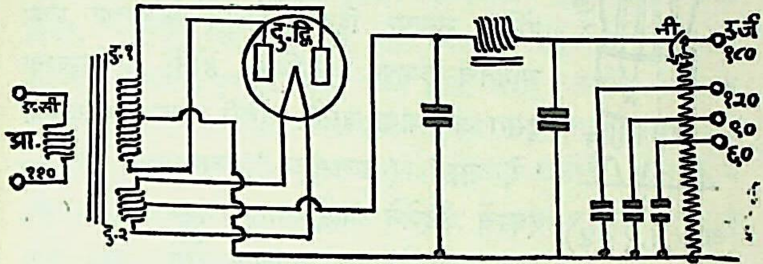
'इ' ही आकृति सरळ पण उत्सेधी स्वरूपाच्या प्रवाहास दाखविते; याचें उदाहरण पत्रासरणींतून वाहणारा प्रवाह हें होय. हा प्रवाह एकाच दिशेनें वाहणारा पण कमी-अधिक जोराचा होऊन कधींकधीं अगदीं बंद पडून, फिरून त्याच दिशेनें वाहणारा असतो.

'उ' ही संज्ञा विजेरीपासून उत्पन्न होणारा सरळ प्रवाह दाखविते; फिलॅमेन्ट तापविण्याकरितां त्याच्या सरणींतून वाहावयास लाविलेला 'ए' विजेरीचा प्रवाह हें याचें उदाहरण होय.

वीज पुरविणाऱ्या कंपनीचा प्रवाह मिळणें शक्य असेल, व जर तो सरळ असेल तर त्याचा उपयोग विजेरीचे प्रवाहाचे ठिकाणीं करितां येतो, व त्यायोगें रेडिओचें कार्य घडून येतें. कंपनीकडून पुरविला जाणारा प्रवाह पुष्कळ वेळां 'ये जा' (A.C.) म्हणजे, उलटसुलट दिशेनें वाहणारा असा असतो; अशा वेळीं त्यास सरळ प्रवाहाचें स्वरूप

देऊनच व त्याच्या निरनिराळ्या ऊर्जांच्या शाखा बनवून त्याचा उपयोग रेडिओंत करितां येतो. हें कसें होतें याचा खुलासा खालीं देत आहोंत.

आकृति १०३ मध्यें दाखविल्याप्रमाणें कंपनीच्या 'ये जा' (A.C.) प्रवाहास रोहित्राच्या प्रा प्राथमिक वळ्यांत घालविल्यानें त्या रोहित्रांत



(आकृति नं. १०३)

असलेल्या निरनिराळ्या संख्यांच्या वेढ्यांच्या दु१ व दु२ या दुय्यम वेटोळ्यांतून बाहेर पडणाऱ्या प्रवाहास द्विदल गोलाच्या मदतीनें सरळ करून व त्याच्या निरनिराळ्या शाखा करून त्यांना पाहिजे त्या ऊर्जांचे बनवून वाहावयास लावितां येतें. (परिशिष्ट १ पहा.)

रोहित्रांतून बाहेर पडणारा प्रवाह नेहमीं 'ये जा' स्वरूपाचा असतो, हें वाचकांनीं लक्षांत ठेवावें. परंतु, सरळ प्रवाहाचा जेव्हां उपयोग करणें असेल, त्या वेळेस रोहित्रांतून निघालेल्या प्रवाहाचें सरळीकरण करावें लागतें. हें सरळीकरण (रेक्टीफिकेशन) दोन प्रकारांनीं होतें : एक द्विदल गोलानें व दुसरें दुहेरी द्विदल गोलानें होतें. द्विदल गोलामध्यें एक पत्रा व एक तंतु-वलय (फिलॅमेंट) असे दोनच

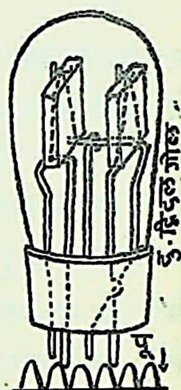
अवयव असतात. (आ० १०४ पहा) दुहेरी द्विदल गोलांत (आ० १०५ पहा) एकाच फिलॅमेंटभोंवतीं दोन पत्रे असून ' ये जा ' प्रवाह चालू असतां फेऱ्याचें एका अर्धांत एका पत्र्यावर धनाधिक्य होतें तर दुसऱ्या अर्धांत दुसऱ्या पत्र्यावर धनाधिक्य होतें. नुसत्या द्विदल गोलांत फेऱ्याच्या एका अर्धांतच पत्र्यावर धनाधिक्य होतें; व फेऱ्याचा दुसरा अर्ध वांया जातो. दुहेरी द्विदल गोलांमध्यें ' ये जा ' (उलटसुलट) स्वरूपाच्या प्रवाहास एकाच दिशेनें वाहावयास लावून त्याचें पूर्ण सरळीकरण घडवून आणितां येतें. असा पूर्ण



(आ० नं. १०४)

तऱ्हेनें सरळीकरण पावलेला प्रवाह आकृतींत खालच्या बाजूस दाखविल्याप्रमाणें उत्सेची स्वरूपाचा असतो व त्यास शुद्ध केल्यावरच रेडिओंतील गोलांमध्यें त्याचा उपयोग पूर्ण रीतीनें शुद्ध केलेला सरळ प्रवाह म्हणून करितां येतो.

एरिअलवर येणारा प्रवाह, अगदीं सूक्ष्म म्हणजे सुमारें एक सहस्रांश व्होल्ट ऊर्जाचा असतो, व अशा प्रवाहांतील ऊर्जाचें, रेडिओमध्यें हजारों पटीनें वर्धन होऊनच, अधिक शक्तिमान् झालेला प्रवाह, वाग्वर्धकांत घालवावा लागतो, हें वाचकांना माहीत आहेच. कोणत्याहि सरणींतील ऊर्ज वाढलें



(आ० नं. १०५)

असतां, त्यांतील प्रवाहाचीहि वाढ होते; व दोहींचीहि वाढ झाल्यानें प्रवाह अधिक शक्तिमान् होतो म्हणजे अधिक शक्तीनें घडून येणारें काम कर-ण्यास समर्थ होतो हें वाचकांनीं लक्षांत ठेवावें. रेडिओंतील विद्युत्शक्तीचें वर्धन निरनिराळ्या प्रकारांनीं होतें. प्रथम एरिअलवरून येणाऱ्या प्रारण-लहरी संवादी सरणींत शिरल्यानेंच त्यांच्यांतील ऊर्ज कांहीं पटीनें वाढतें; एकापुढें एक दोनतीन गोल घालून रोहित्राच्या जोडणीनें त्याचें आणखीहि पुष्कळ पटीनें वर्धन होतें. अशा ऊर्जाचे प्रवाहास वर्धक गोलाच्या गाळणीस जोडल्यानें त्यांतून निघणाऱ्या प्रवाहांतील ऊर्जाचें वर्धन घडून येतें. हेंच प्रारण-लहरींतील ऊर्जाचें वर्धन होय (Radio frequency amplification). हें वर्धन सूचक गोलापासून बाहेर पडणाऱ्या सरळ प्रवाहाच्या उत्सेधांच्या लहानमोठेपणांत दिसून येतें. सूचक गोलांपासून निघणाऱ्या लहरींच्या उत्सेधांची संख्या श्राव्य लहरींच्या कोटींतील असल्यामुळें अशा वर्धनास श्राव्य लहरींतील ऊर्जाचें वर्धन म्हणतात. हें वर्धन एकदोन रोहित्रांच्या व गोलांच्या मदतीनें केलें जातें. या ऱ्हेनें मूळच्या एरिअलच्या प्रवाहांतील ऊर्जाचें हजारों पटीनें वर्धन होण्याकरितां सूचक गोल जमेस धरून निदान पांचसहा गोलांचा उपयोग करावा लागतो. कोणत्या प्रकारच्या गोलांतील पत्र्यावर किती धनाधिक्य असावें व फिलॅमेंटमध्यें किती अँपिअरचा प्रवाह वाहावयास लावावा लागतो हें गोल बनविणाऱ्यांनीं ठरविलेलें असतें. त्याप्रमाणें त्या त्या ऊर्जाचा निरनिराळ्या गोलांच्या पत्र्यांवर व फिलॅमेंटचे सरणीमध्यें उपयोग करावा लागतो. परंतु सामान्यतः शक्ति-गोलांतील पत्र्याचें ऊर्ज सुमारें १२० व्होल्टचें, वर्धक गोलांतील पत्र्याचें सुमारें ९० व्होल्टचें व सूचक गोलाचे पत्र्यावरील सुमारें ६० व्होल्टचें असावें लागतें. याकरितां एकाच विजेरीपासून तिच्या कमीअधिक

पुटकांचा उपयोग करून निघालेलें निरनिराळें ऊर्ज, पत्र्यांस दिलेलें असतें. तसेंच सर्व गोलांतील तंतुवल्यांपासून वीजक निर्माण करण्याकरितां त्यांना तापवावें लागतें; म्हणून ए (A) विजेरीचा २ ते ४ व्होल्ट ऊर्जाचा प्रवाह, त्यांतून घालविलेला असतो; त्या प्रवाहास कमीजास्त करण्याकरितां ' नि ' या खुणेनें दाखविलेल्या निरोधनाचा उपयोग केलेला असतो (पा. १७५ वरील मांडणी पहा). स्क्रीन ग्रिड गोलाचा उपयोग करणें झाल्यास त्यांतील पत्र्यांस (ॲनोड) सुमारें १५० व्होल्टचें ऊर्ज व त्यांतील जाळीचे पत्र्यावर ७५ व्होल्टचें ऊर्ज असावें लागतें.

स्क्रीन ग्रिडमध्यें इतर गोलांप्रमाणें फिलॅमेंटपासून वीजक बाहेर पडतात. परंतु कधींकधीं फिलॅमेंटच्या भोंवतीं एक कॅथोड ग्रिड म्हणून नळीवजा अवयव बसविलेला असतो. त्यास फिलॅमेंटच्या उष्णतेनें तापविल्यानें व त्याजवर रासायनिक द्रव्याचा लेप असल्यानें, त्यापासून मोठ्या प्रमाणांत वीजक बाहेर पडतात. अशा वेळीं फिलॅमेंट नुसतें तापविण्याचें असल्यानें कंपनीच्या जास्त ऊर्जाच्या (A. C.) प्रवाहाचा सुद्धां उपयोग फिलॅमेंटच्या सरणींत करितां येतो.

---

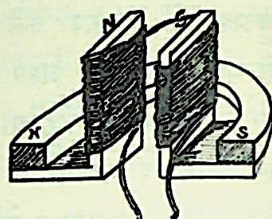
२०. वाग्वर्धक

प्रेषणस्थळीं होणाऱ्या गायनवादनाच्या ध्वनिलहरींना, तेथें असलेल्या मायक्रोफोनमध्यें शिरल्यावर, कमीअधिक शक्तीनें वाहणाऱ्या विद्युत्प्रवाहाचें स्वरूप कसें देतां येतें; तसेंच, प्रेषण-स्थळीं उत्पन्न झालेल्या प्रारण-लहरी अशा प्रवाहाचें वाहन बनून, आपले एरिअलवर त्यास जेव्हां आणून पोहोंचवितात त्या वेळीं त्याचें स्वरूप किती सूक्ष्म असतें, व त्यांचेबरोबर येणाऱ्या विद्युत्शक्तीचा किती थोडा अंश रेडिओमध्यें शिरल्यावर व तेथें हजारों पटीनें वृद्धि पावल्यामुळें, गायन-वादन ऐकविण्याचें कार्य घडवून आणण्यास कसा समर्थ होत असतो इत्यादि सर्व गोष्टींचें सविस्तर वर्णन आतांपावेतों आम्हीं केलेलें आहे. अशा प्रवाहाला, मूळच्या ध्वनि-लहरीचें स्वरूप देऊन, ज्या साधनाचे योगानें, आपणांस जसेंच्या तसेंच गायन ऐकावयास मिळतें तें साधन वाग्वर्धक हेंच होय.

लोखंडाचे सळईभोंवतीं रेशीमवेष्टित तारेंतून विद्युतप्रवाह घालविल्यामुळें त्या सळईंत चुंबकत्व आणितां येतें, व त्यामुळें तिचे टोंकाभोंवतीं चुंबकक्षेत्र उत्पन्न होतें. त्यायोगानें त्या टोंकामध्यें ध्रुवत्व आणून त्याच्या आकर्षणानें दुसऱ्या लोखंडी तुकड्याची हालचाल होऊन त्याच्याशीं संबंध असलेल्या पदार्थांत कशी गति उत्पन्न होते हें विजेच्या घंटेच्या रचनेवरून वाचकांना कळून आलेंच आहे. टेलिफोनच्या ग्राहकामध्यें याच तत्त्वाचा उपयोग करून त्यांतील पुडास (डायफ्राम) मागेंपुढें हलवावयास जसें लावितां येतें, तसेंच वाग्वर्धकांत

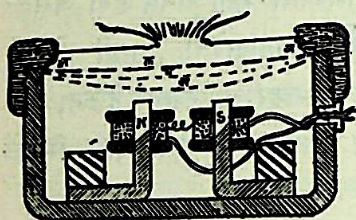
पुडाचा अथवा शंकूचा उपयोग करून हेंच कार्य मोठ्या प्रमाणांत व चांगल्या तऱ्हेनें होत असतें.

वाग्वर्धकाची रचनाः—१ला प्रकार : यांत एक नालाकृति चुंबक आडवा बसविलेला आहे (आ० १०६ पहा.) व त्याच्या उत्तर व दक्षिण ध्रुवांस टेंकून लोखंडाचे दोन काटकोन-वजा उभे तुकडे असे बसविले आहेत कीं, त्यांच्या तळाकडील बाजवा त्या ध्रुवांना चिकटून राहतील व दुसऱ्या



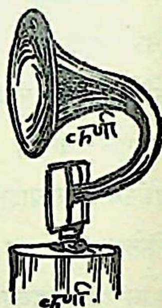
(आकृति नं. १०६)

दोन्ही बाजवा चुंबकाच्या लंब दिशेनें उभ्या राहतील. या दोन्ही बाजवांचे भोंवतीं रेशीमवेष्टित तार गुंडाळलेली आहे. अशा दोन बाजवांच्या डोक्यावर पण अगदीं



(आकृति नं. १०७)

थोड्या अंतरावर शुद्ध लोखंडाचें गंजीफावजा तकट अथवा पूड (डायफ्रान) तुटक्या रेघेनें दाखविलेलें (आकृति १०७ पहा) आडवें बसविलेलें आहे. त्या तकटावर पण थोडें अंतर सोडून एक कर्णा उभा बसविलेला असतो. (आ० १०८ पहा) तुकड्यांच्या उभ्या बाजवांभोंवतीं असणाऱ्या वेटोळ्यांचीं दोन्ही टोकें रेडिओंत मुद्दाम राखून



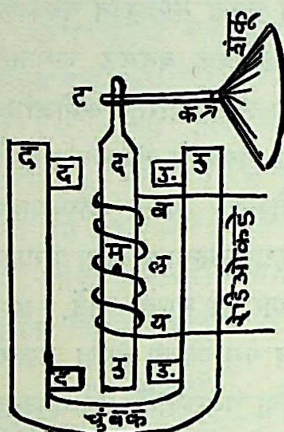
(आ० १०८)

ठेविलेल्या ठिकाणीं अशीं जोडतां येतात कीं, शक्तिगोलापासून निघणाऱ्या प्रवाहास त्यांचेमार्फत वाग्वर्धकांत शिरल्यावर ह्या वेटोळ्यांत वाहतां येईल. हे दोन्ही शुद्ध लोखंडाचे काटकोनी तुकडे नालाकृति चुंबकाच्या ध्रुवाशीं चिकटलेले असल्यानें स्वतः लोहचुंबक बनलेले असतात. यांतील लोहचुंबकत्वावर त्यांच्याभोंवतीं गुंडाळलेल्या तारेंतून कमीअधिक शक्तीचा विद्युत्प्रवाह वाहत असतां मूळच्या चुंबकाचे चुंबकत्वांत कमी-अधिकपणा होतो. त्यायोगानें त्यांच्या डोक्यावर परंतु त्यांच्यापासून सुट्या असलेल्या शुद्ध लोखंडी लवचिक तक्टाच्या मध्यावर याचा परिणाम होऊन तें तक्ट जवळ खेंचलें जातें, अगर दूर सारलें जातें. अशा तऱ्हेनें त्याचे मागेंपुढें हलण्याची म्हणजेच थरारण्याची संख्या मूळच्या आवाजाच्या स्पंदनसंख्येबरोबर असते. या थरारण्यानें, त्याचे जवळ असलेल्या कर्ण्यांतील हवेस धक्के बसून, प्रेषणस्थळीं निघालेल्या आवाजाबरहुकूम, आपले येथील वाग्वर्धकाच्या कर्ण्यांतून आवाज निघूं लागतो म्हणजे तेथील शब्द अगर गायन जसेंच्या तसेंच ऐकूं येतें.

अलीकडे वरीलप्रमाणें तक्टाचा उपयोग न करतां कागदाच्या शंकूकडून वाग्वर्धकाच्या मदतीनें आवाज उत्पन्न करण्याचें कार्य घडून येत असतें; व त्याकरितां त्यांतील रचना निराळ्या प्रकारची बनविलेली असते ती खालीलप्रमाणें आहे. (आ० १०९ पहा)

नामाच्या आकृतीचा असा एक चुंबक आहे; त्याच्या दोन्ही बाजवांच्या आंतल्या बाजूस दोन लोखंडी कोपरे असलेले तुकडे **द द** व **उ उ** हे बसविले आहेत. ते असे कीं, त्यांचीं चारी टोंकें ध्रुवें बनून राहतात. त्या टोंकांच्या मधील अंतरामध्यें एक लोखंडी **द म ठ** सळई असून

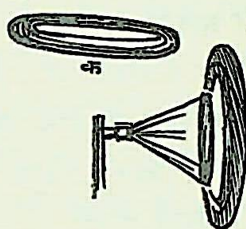
तिच्या मध्यावर भोंक पाडून ती " म " खिळयावर फिरती राहील अशी बसविली आहे. या सळईला आर्मेचर असें म्हणतात. त्या सळईच्या



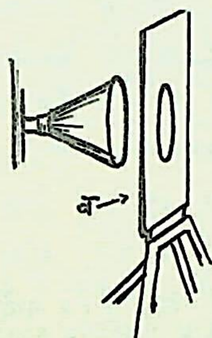
(आकृति नं. १०९)

पुढें आलेल्या ' ट ' या टोंकास एक " ट क " ही आडवी सळई बसविली असून त्या आडव्या सळईच्या शेवटीं एक जाड्या कागदाचा शंकू टोंकाच्या बाजूनें बसविलेला असतो. (आ. पहा) या आर्मेचरचे भोंवतीं पण यापासून सुटें असें रेशीमवेष्टित तारेचें " व ल य " हें वेटोळें बसविलेलें असतें. त्याचीं दोन टोंकें ' व ' आणि 'य' रेडिओ-मधून प्रवाहास घेऊन बाहेर पडणाऱ्या तारांच्या टोंकांशीं जोडलेलीं असतात, त्यामुळें आर्मेचरच्या भोंवतीं असणाऱ्या वेटोळयांत (आकृतींत हे वेढे जरी थोडे दाखविले आहेत तरी ते पुष्कळ असतात.) तो प्रवाह वाहूं लागतो. हा प्रवाह कमीअधिक शक्तीचा होणारा परंतु उत्सेधी स्वरूपाचा असतो, आणि तो सुमारें एक-सहस्रांश अँपिअरपासून तों ७-८ सहस्रांश अँपिअरचा असतो; व त्याच्या उत्सेधाचा कमीअधिकपणा रेडिओच्या गाळणींत होणाऱ्या आंदो-लनांतील ऋणधन-भेदावर अवलंबून असतो. त्यामुळें कर्षुक-विभावनक्रियेनें सळईचीं दोन्ही टोकें कमीअधिक शक्तीचीं चुंबक ध्रुवें बनतात व असें होत असतां सळईचीं टोंकें मागेंपुढें होऊन

शंकू मागेंपुढें खालींवर हलूं लागतो. शंकू हलूं लागला म्हणजे शेजारच्या हवेस धक्के बसून आवाजाची उत्पत्ति होते. हे सर्व आवाज प्रेषणस्थळीं मायक्रोफोनपुढें होणाऱ्या गायनवादनाचे बरहुकूम होतात. शंकूच्या टोंकाच्या हलण्यामुळें हवेंत ध्वनिलहरी उत्पन्न करण्याकरितां जें हवेचें घनीकरण व विरलीकरण व्हावें लागतें तें घडवून आणण्याकरितां शंकूचे तोंडाजवळ थोड्या अंतरावर हवेस अडविणारें एक कडें किंवा भोंक पाडलेली उभी फळी बसवितात. अशा कड्यास अगर फळीस 'ब्याफल' असें म्हणतात. हें कडें टायरच्यासारखें आंतल्या बाजूनें खुल्या तोंडाचें असून शंकूचें रुंद तोंड त्यांत सुटें राहील असें त्याच्या अगदीं जवळ थोडें अंतर सोडून बसविलेलें असतें. हा एक प्रकारचा 'ब्याफल' होय. (आ० ११० पहा.) हेंच ब्याफल दुसऱ्या एका तऱ्हेनें बनवितां येतें. ती तऱ्हा अशी:—एक पातळ पण लांब रुंद फळी घेऊन तिच्या मध्यावर शंकूच्या तोंडापेक्षां जरा लहान आकाराचें भोंकसें पाडून तें भोंकसें शंकूचे अगदीं तोंडासमोर येईल व फळीनें तोंडाची कड तेवढी झांकली जाईल अशा तऱ्हेनें ती फळी सुटी पण अगदीं जवळ बसविलेली असते. (आ० १११ पहा.)

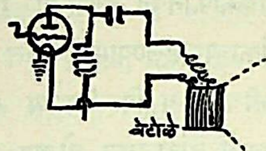


(आकृति नं. ११०)

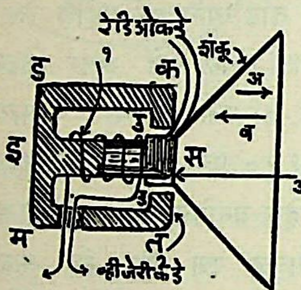


(आ० नं. १११)

वाग्वर्धकांत शंकू उपयोगांत आणण्याचा एकच प्रकार वर दाखविला आहे. दुसरा एक प्रकार आहे त्यांत हा शंकू त्याच्या अरुंद तोंडाच्या बाजूनें एका लहान व्यासाच्या रेशीमवेष्टित बारीक तारेच्या पुष्कळ वेढ्यांच्या वेटोळ्याभोंवतीं घट्ट बसविलेला असतो, (आ० ११२ पहा) व



वेटोळ्याचीं दोन्ही टोकें रेडिओस जोडतां (आकृति नं. ११२) येतात. शिवाय या वाग्वर्धकांत एक लोखंडी फ्रेम (चौकटीवजा) E या इंग्रजी अक्षरासारखी असते. तिचें मधलें 'इस' दांडयाचें 'स' हें टोंक दोन्ही बाजवांच्या लांबीइतकेंच लांब असतें. (आ० ११३पहा)

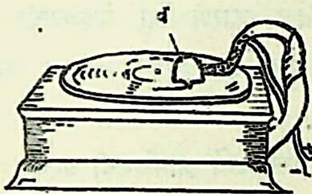


(आकृति नं. ११३)

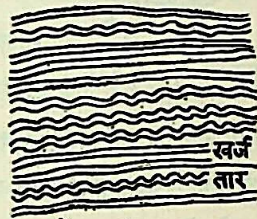
या मधल्या दांड्याचे भोंवतीं १ या बाणाप्रानें दाखविलेली रेशीमवेष्टित तार गुंडाळून तिच्यांतून एखाद्या विजेरीचा प्रवाह घालवून सगळ्या चौकटीस चुंबक बनवितां येतें व असें केल्यानें दांड्याचें ' स ' हें टोंक दक्षिण ध्रुव बनून बाजवांचीं दोन्ही टोंकें उत्तर ध्रुवें बनतात. तसेंच चौकटीच्या मधल्या दांड्याच्या स या टोंकाभोवतीं आ० ११२ मध्यें दाखविलेलें वेटोळें खेळतें बसविलेलें आहे. या वेटोळयांत रेडिओपासून निघणाऱ्या विद्युत्-प्रवाहास वाहावयास लाविल्यानें कमीअधिक शक्तीचें चुंबक क्षेत्र उत्पन्न होऊन हें वेटोळें ध्रुवांमधील सुद्धा जागेंत मागेंपुढें

खालीवर हलूं लागतें व त्यावर बसविलेला शंकू अ व व या बाणाप्रानें दाखविलेल्या उलटसुलट दिशेनें व खालीवर हलूं लागतो व हवेंत ध्वनि-लहरी उत्पन्न होऊन गायनवादन मोठ्यानें ऐकूं येतें.

वेचक (Pick-up):—अलीकडे ग्रामोफोनच्या प्लेटीपासून निघणारें गाणें रेडिओस जोडलेल्या वाग्वर्धकाकडून मोठ्या स्पष्ट आवाजानें ऐकविलें जाण्याकरितां रेडिओमध्येंच सोय केलेली असते व त्याकरितां वेचक (Pick-up) या साधनाचा उपयोग करतात. या वेचकाची रचना खालीलप्रमाणें असते: साउन्डरला पिन बसवून तिजला फिरणाऱ्या प्लेटीच्या पाटांतून मागेंपुढें हलवावयास लावून जसें ग्रामोफोनमधून गाणें निघतें त्याचप्रमाणें या वेचकाच्या खालच्या बाजूस बसविलेल्या पिन्ला पाटांतून फिरावें लागतें (आ० ११४ व ११४अ पहा).



(आकृति नं. ११४)

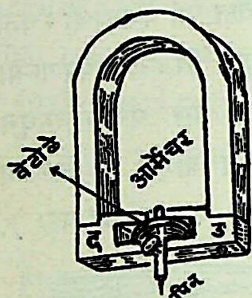


प्लेट वरील पाट

(आकृति नं. ११४अ)

अ या आकृतींत प्लेटीवरील पाट व त्यांचीं वळणें शेंकडों पटीनें मोठीं करून दाखविलीं आहेत. ज्या पाटास जवळजवळ व बरींच वळणें आहेत तो पाट पुष्कळ स्पंदनाच्या (म्हणजे तार सप्तकांतील) सुरास दाखवितो व वळणें नसलेला पाट खर्ज सप्तकांतील सुरास दाखवितो.

पाटांतील वळणाच्या अनुरोधानें पिनचें मागेंपुढें हलणें चालू राहील अशा तऱ्हेनें वेचकाचा दांडा खेळता बसविलेला असतो; व ही पिन् एका शलाकेवजा आर्मेचरच्या टोंकांत स्क्रूनें बसवितां येते; तें आर्मेचर एका "म" ह्या कुणीच्या भोंवतीं खेळतें हलेल असें एका कड्याचे आसाचे जागीं पण कड्यापासून सर्व बाजूंनीं सुटें असें बसविलेलें असतें (आ० ११५ पहा) व या कड्याचे भोंवतीं रेशीम-वेष्टित तारेचें पुष्कळ वेढ्यांचें वेटोळें असून तें दोन चुंबकांच्या दोन ध्रुवांस चिकटून पक्कें बसविलेलें असतें. वेटोळ्यांचीं दोन टोंकें रेडिओमध्यें वेचकाकरितां म्हणून मुद्दाम राखून ठेवलेल्या ठिकाणीं जोडतां येतात.



(आकृति नं. ११५)

या सर्व रचनेस वेचक (Pick-up) असें म्हणतां येईल. कारण या वेचकाची पिन् प्लेटीच्या ग्रुव्हमधून गाणें उद्धृत करून रेडिओकरवीं तें आपणास ऐकविते.

ध्रुवाशीं चिकटून असणाऱ्या वेटोळ्यांमध्यें आर्मेचरची वरची बाजू त्यास जोडलेल्या पिन्च्या मागेंपुढें हलण्यानें हलत असते; त्यामुळें या वेटोळ्यांमध्यें कर्षुक विभाजनक्रियेनें कमीअधिक शक्तीचा होणारा विद्युत्प्रवाह वाहूं लागतो व रेडिओमध्यें मुद्दाम राखून ठेविलेल्या ठिकाणीं त्या प्रवाहास पोहोंचवून शक्तिगोलामध्यें त्याचें वर्धन झाल्यावर व त्यास वाग्वर्धकाशीं जोडल्यानें आपणांस मोठ्यानें गाणें ऐकूं येतें.

---

२१. ऱ्हस्व प्रारण-लहरी

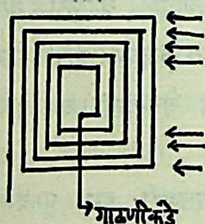
मध्यम व दीर्घ लहरींना ग्रहण करण्याकरितां रेडिओची मांडणी कशा प्रकारें करावी लागते याचें वर्णन मागील प्रकरणांत आलेंच आहे. गेल्या ७।८ वर्षांपासून कांहीं प्रेषणस्थळीं मध्यम लहरीच्या प्रेषणाबरोबरच ठराविक ऱ्हस्व लहरींना (१० ते ७५ मीटर तरंगायामांच्या) उत्पन्न करून तेंच गायनवादन वगैरे त्यांचेबरोबर प्रेषित होऊं लागलें आहे. स्क्रीनग्रिड व पेंटोड गोलांचा शोध अलीकडेच लागला असल्यामुळें त्यांचा उपयोग करून ऱ्हस्व लहरींना ग्रहण करणारे ग्राहकहि निघालेले आहेत; तसेंच जुन्या रेडिओस जोडतां येणारीं व ऱ्हस्व लहरींना ग्रहण करणारीं कांहीं नवीं साधनें कारखानदारांनीं शोधून काढलीं आहेत; अशा साधनांचा (अडॅप्टर्) जुन्या रेडिओस जोड देऊन वाटेल त्याला ऱ्हस्व लहरींबरोबर प्रेषित केलेलें गायनवादन ऐकावयास मिळूं शकतें.

ऱ्हस्व लहरींना ग्रहण करणाऱ्या रेडिओच्या मांडणींत लहान मापाच्या चल धारणी व आयतीं तयार मिळणारीं वेटोळीं यांचा उपयोग करावा लागतो. हीं वेटोळीं अभ्रकाच्या कड्यावर बसविलेल्या जाड्या पण पोकळ तांब्याच्या तारेच्या एकदोन वेढ्यांनीं बनविलेलीं असतात.

प्रेषणस्थळापासून निघालेल्या ऱ्हस्व प्रारणलहरी ह्या पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वाटेल तितक्या लांबीवरच्या ग्रहणस्थळीं उभारलेल्या एरिअलवर सहज पोहोंचूं शकतात. कारण, त्या इतर लहरींपेक्षां अति तीक्ष्ण व भेदक असतात; व त्यामुळें पृथ्वीपासून १००

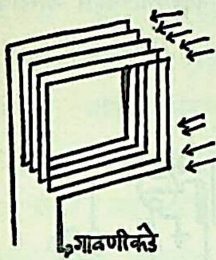
मैलांवर असणाऱ्या 'हेवीसाइड' नांवाच्या विद्युद्दावरणास भेदून जाऊन त्याचे पलीकडे आणखी १०० मैलांवर असणाऱ्या 'एपल्टन' विद्युद्दावरणापावेतों पोहोंचतात; व तेथून त्या परावृत्त होत असल्यानें पृथ्वीच्या लांबच्या ठिकाणीं जशा सहज जाऊं शकतात तशा दुसऱ्या मध्यम व दीर्घ लहरी 'हेवीसाइड' आवरणापासूनच त्यांना परतावें लागल्यामुळें जास्त लांबीवरच्या ठिकाणीं जाऊं शकत नाहींत. यामुळें ऱ्हस्व प्रारणलहरींचा उपयोग करणें अधिक सोयीचें व फायद्याचें झालें आहे. (पान १३१-१३२ वरील मजकूर व आ० ७८ पहा.)

रेडिओ चालू असतां पावसाळ्यांत अभ्राच्छादित आकाशांत वीज उत्पन्न झाल्यामुळें अगर जवळपास विद्युत्शक्तीनें चालणाऱ्या यंत्रांमुळें गायनवादनाबरोबरच खडखड व धडधड आवाज निघून जो पुष्कळ वेळां त्रास होत असतो तसा त्रास ऱ्हस्व लहरींबरोबर प्रेषित झालेलें गायन-वादन वाग्वर्धकामधून बाहेर पडत असतां होत नाहीं, हा या लहरींचा विशेष गुण आहे. यांना ग्रहण करण्याकरितां लागणारें एरिअल हें आटपशीर व लहान (आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें) केलें असतां जास्त उपयोगी पडतें. हें एरिअल (आ० ११६ पहा) असें बनविलेलें असतें. काटकोन करणाऱ्या दोन लांकडाच्या पट्ट्या एकीवर एक बसवून त्या पट्ट्यांवर सारख्या अंतरानें आडव्या चुका मारलेल्या असतात (आकृतींत पट्ट्या व चुका दाखविल्या नाहींत) त्या अशा कीं,



(आकृति नं. ११६)

एका रेशीमवेष्टित तारेचे चुकांच्या आधारानें चौकोनी वेढे एकाच्या बाहेर दुसरा असे घेऊन तिच्या आंतल्या बाजूच्या वेढ्याचें टोंक

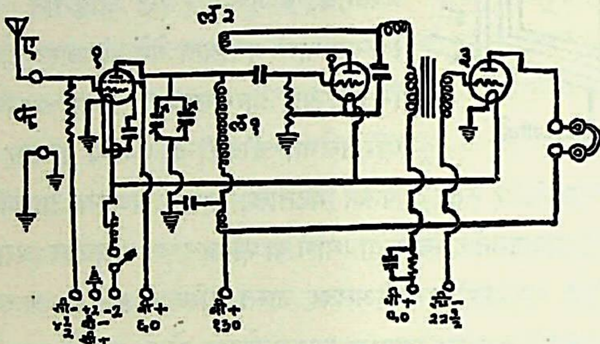


(आकृति नं. ११७)

रेडिओशीं जोडलेलें असतें. दुसरें टोंक सुटें सोडलेलें असतें. हें एरिअल आणखी एका प्रकारचें, बाजूच्या ११७ आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें बनवितां येतें. प्रेषणस्थळापासून निघणाऱ्या प्रारणलहरी उभ्या असणाऱ्या एरिअलच्या चौकटीच्या एकाच बाजूवर प्रथम येऊन भेटतील, म्हणजे येणाऱ्या प्रारणलहरी आकृतींत बाणाग्रानें दाखविल्याप्रमाणें या एरिअलच्या पातळींत असतील, अशा वेळीं या लहरींचा एरिअलवर जास्त परिणाम होतो, व त्यामुळें रेडिओमधून निघणारा आवाज जास्त मोठा होत असतो व उलट त्याच्या मार्गाच्या पातळीच्या लंब दिशेस म्हणजे लहरींकडे तोंड करून ही चौकट उभी असतां त्या लहरींचा तितका परिणाम होत नाहीं; व म्हणून वाग्वर्धकांतून निघणारा आवाज तितका मोठा नसतो. चौकटी एरिअलच्या या गुणामुळें प्रेषणस्थळ कोणत्या दिशेस आहे हें शोधून काढण्याचें हें एक साधन झालें आहे व तसेंच एखाद्या वैमानिकाला धुक्यामध्यें अगर ढगांमध्यें अंधाऱ्या रात्रीं आपण कोठें आहोंत याचा अंदाज त्याच्याजवळ असलेल्या रेडिओच्या एरिअलची दिशा बदलून करतां येतो. म्हणजे होकायंत्राप्रमाणें त्याचा उपयोग करून घेतां येतो.

ऱ्हस्व लहरींच्या ग्राहकाचे मांडणींत सूचक गोलाचे पूर्वी स्क्रीनग्रिड गोलाचाच सर्वसाधारण उपयोग केलेला असतो. कारण यामुळें

एरिअलवरून येणाऱ्या प्रवाहांतील ऊर्जाचें पुष्कळ पटीनें वर्धन होऊनच त्यास सूचक गोलांत प्रवेश मिळतो. सूचक गोलाचे पत्रासरणींत प्रोत्साहक वेटोळें घातलेलें असून तें संवादी सरणींतील वेटोळ्याच्याच आंसावर आणून बसविलेलें असतें. (मांडणी पहा.)



(आकृति नं. ११८)

वर मांडणीचा नकाशा दिला आहे (आ० ११८ पहा). या नकाशांत दुसऱ्या सूचक गोलाचे पूर्वी १ या स्क्रीनग्रिडचा उपयोग केला आहे, असें दाखविलें आहे. एरिअलवरून येणाऱ्या प्रवाहास गोलांतील गाळणीस जोडलेलें आहे; व गाळणीस 'सी' विजेरीच्या ऋणाग्रास जोडून एरिअल व पृथ्वी यांजमध्यें १० हजार 'ओम्स्'चें 'नि' हें निरोधन घातलेलें आहे. 'स्क्रीनग्रिड'चे जाळीचे पत्र्यावर ६० व्होल्टचें ऊर्ज घातलें आहे; त्याच्या व पेंटोडच्या पत्र्यास प्रत्येकीं १३० व्होल्टचें ऊर्ज दिलेलें आहे व त्याकरितां त्यांना (ॲनोड) 'बी' विजेरीच्या धनाग्रास जोडलेलें आहे. सर्व गोलांतील फिलॅमेंट

तापविण्याकरितां 'ए' विजेरीपासून २ व्होल्ट ऊर्जाचा प्रवाह वाहावयास लाविला आहे. तिसरा गोल हा शक्तिगोल असून त्याच्या गाळणीस २२॥ व्होल्ट ऊर्जाच्या 'सी' विजेरीच्या ऋणाग्रास जोडलें आहे. सूचक गोलाच्या पत्रासरणींतील वाढलेल्या ऊर्जास प्रोत्साहन वेटोळें ल २ यांतून घालवून संवादी सरणीच्या ल १ या वेटोळ्याचेच आंसावर त्यास आणून ठेवल्यानें विभावनक्रियेनें त्यांत आंदोलनें होऊं लागतात. अशीं आंदोलनें जोंपावेतों तापलेल्या फिलॅमेंटपासून वीजक बाहेर पडत असतात तोंपावेतों होतच राहतात. या दोन्ही वेटोळ्यांच्या जोडणीनें हें एक दोलनीयंत्र बनून आपल्याच एरिअलवरून याच तरंगायामाच्या ऱ्हस्व प्रारणलहरी बाहेर फेंकल्या जातात व याप्रमाणें आपलाच ग्राहक प्रेषक बनूं शकतो. मायक्रोफोनपासून निघणाऱ्या प्रवाहास आपल्या या दोलनीयंत्रांत मिसळल्यानें आपल्या येथें होणारें गायनवादन सुद्धां प्रेषित केलें जाणें शक्य आहे.

पत्रासरणींतील प्रत्येक आवेग (Pulse) प्रोत्साहक वेटोळ्यांत सुरू होतांक्षणींच थोड्या अंतरावरील त्याच आंसावर असणाऱ्या संवादी सरणींतील वेटोळ्यांत विभावनक्रियेनें प्रवाह उत्पन्न होतो; व तो आवेग संपतांक्षणींच उलट दिशेनें या प्रोत्साहक वेटोळ्यांत प्रवाह वाहतो. अशा दोन्ही वेटोळ्यांच्या अन्योन्य क्रियेमुळें संवादी सरणींत मोठ्या ऊर्जाचा 'ये जा' प्रवाह वाहूं लागतो. त्यामुळें पत्रासरणींत उत्पन्न होणारे आवेग, मोठ्या शक्तीचे होऊन रोहित्रांतील प्राथमिक वेटोळ्यांत वाहूं लागतात, व त्यांतील दुय्यम वेटोळ्यांत जास्त शक्तीचा प्रवाह उत्पन्न होतो. या प्रवाहास शक्तिगोलाचे गाळणीस जोडतात.

ऱ्हस्व लहरींच्या ग्राहकाच्या मांडणीचें चित्र पूर्वी पान १७२ वर दिलें आहे. या चित्रावरून दिसून येईल कीं, 'स्क्रीनग्रिड' व 'पेंटोड' (शक्तिगोल) या नवीन शोधून काढलेल्या गोलांचा उपयोग करून साध्या सूचक गोलाच्या मदतीनें ऱ्हस्व लहरींना ग्रहण करणारा तीनच गोलांचा ग्राहक बनवितां येतो. अशा ग्राहकांत ठराविक मापांच्या वेटोळ्यांचा व लहान मापांच्या चल धारणींचा उपयोग करितां येतो. मांडणीच्या या चित्रांत १ हा आंकडा स्क्रीनग्रिडच्या गोलास, २ हा आंकडा सूचक गोलास, व ३ हा आंकडा शक्तिगोलास दर्शविणारा आहे.

शक्तिगोलांतून बाहेर पडणारा प्रवाह मोठ्या शक्तीचा होऊन वाग्वर्धकांत घालविलेला असतो; व त्यामुळें गायनवादन, वगैरे चांगल्या तऱ्हेनें ऐकविलें जातें. ऱ्हस्व लहरींचा उपयोग, ज्या प्रेषणस्थळापासून त्या निघालेल्या असतात त्याच्यापासून २५।३० मैलांच्या अंतरामधील कोणत्याहि स्थळीं करून घेतां येत नाहीं. अशा स्थळीं, दीर्घ लहरींचाच उपयोग होतो.

---

२२. दूरदर्शनयंत्र

(Television)

प्रारणलहरींचा उपयोग करून तारेच्या जोडणीशिवाय एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं बातमी नेऊन पोहोंचविणें हें बिनतारी संदेश-यंत्रानें होऊं लागलें; तसेंच त्याच्याहि पुढची प्रगति म्हणजे रेडिओचे (प्रारण-लहरी) योगानें निरनिराळ्या ठिकाणीं झालेलें गायनवादन, भाषण वगैरे ऐकविण्याचें साधन आपणास मिळालें. आतां तर याच प्रारणलहरींचा उपयोग करून दूरच्या स्थळीं दिसून येणाऱ्या देखाव्याचें जसेंच्या तसेंच दर्शन आपले येथें आपल्यास बसल्या ठिकाणीं घडवून आणणें दूरदर्शनयंत्राचे योगानें शक्य झालें आहे; व यासंबंधीं बऱ्याच शास्त्रज्ञांनीं निरनिराळे प्रयोग करून अगदीं अलीकडे पूर्ण तऱ्हेनें यश मिळविलें आहे. या शास्त्रज्ञांत बेअर्डसाहेबांचें नांव प्रामुख्यानें असून त्यांनीं केलेले प्रयोगच या शोधास पूर्णतेला नेऊन पोहोंचविण्यास कारण झाले आहेत. तरी अद्यापि हें यंत्र पुष्कळांना विकत घेतां येईल इतक्या थोड्या किमतीचें बनूं लागलें नाहीं.

दूरच्या ठिकाणीं घडत असलेल्या गोष्टींचें प्रत्यक्ष दर्शन करून देणारें हें यंत्र असल्यानें, यास **'दूरदर्शन-यंत्र'** हें नांव आम्हीं दिलें आहे.

एका ठिकाणच्या देखाव्याच्या प्रकाशित स्वरूपाचें, **'चक्षुगोला'**-सारख्या कांहीं साधनांनीं कमीअधिक शक्तीच्या विद्युत्प्रवाहांत रूपांतर करून, व त्यास त्या स्वरूपांत दूरवर नेऊन, त्यास फिरून परत

प्रकाशाचें मूळचें रूप घ्यावयास लावूनच दूरदर्शनयंत्राचें कार्य घडवून आणितां येतें.

प्रकाशाच्या शक्तीचें रूपांतर विद्युत्प्रवाहांत करणें ही गोष्ट बरेच वर्षांपूर्वी सिद्ध झालेली आहे.

आवाजामुळें उत्पन्न होणारा हवेचा कमीअधिक दाब मायक्रो-फोनमधील कार्बनवर पडल्यामुळें त्यांतील विद्युत्वाहकता जशी कमीअधिक होते, तशीच कांहीं विवक्षित द्रव्यांवर कमीअधिक प्रकाश पाडल्यानें त्यांतील विद्युत्वाहकता कमीअधिक होते. अशा द्रव्यांपैकीं '**सिलेनिअम**' हें एक द्रव्य आहे. अशा द्रव्याचा उपयोग करून तारेच्या जोडणीनें एका ठिकाणचें चित्र अगर देखावा विद्युत्प्रवाहाचा उपयोग करून लांबच्या ठिकाणीं पाठवितां येऊं लागल्यास बरींच वर्षें झालीं. '**सिलेनिअम**' च्या कांडीवर पाडलेल्या प्रकाशाच्या कमी-अधिकपणामुळें त्यांतून वाहावयास लाविलेला विद्युत्प्रवाह कमीअधिक जोराचा होऊन वाहूं लागतो. याच तत्त्वाचा उपयोग करून कोणत्याहि एखाद्या स्थिर चित्राचे पुष्कळ उभे किंवा आडवे भाग पाडून, त्या प्रत्येक भागावर पडलेल्या प्रकाशाच्या किरणांना केंद्रीभूत केल्यावर सरणींत गोविलेल्या '**सिलेनिअम**' च्या कांडीवर तो प्रकाश पाडतात. त्यामुळें त्या सरणींतील प्रवाह कमीअधिक जोराचा होऊन वाहूं लागतो. तो प्रवाह ग्रहणस्थळाचे ठिकाणास नेऊन जोडलेला असतो व अशी ही दोन स्थळांना जोडणारी सरणी बनते. याच सरणींत ग्रहणस्थळीं एक प्रकाश देणारा '**निओन**' विद्युद्दीप गोविलेला असतो. त्याचें वर्णन पुढें येणार आहे. सरणींतील कमीअधिक शक्तीनें वाहणाऱ्या प्रवाहामुळें

त्या दिव्याचे दीप्तींत कमीअधिकपणा तत्काल उत्पन्न होतो. नंतर त्या दिव्याचीं किरणें केंद्रीभूत करून त्यांना "प्रकाश-विभाजक चक्रा" च्या (हें प्रकाश-विभाजक चक्र कसें असतें याचें वर्णन पुढें दिलेलें आहे.) छिद्रांतून घालवून सिनेमाप्रमाणें मूळच्या ठिकाणचें चित्र आपले येथील पडद्यावर जसेंच्या तसेंच उमटविणें प्रथम शक्य झालें. याच तत्त्वाचा उपयोग करून व तारेच्या जोडणीचे ऐवजीं प्रारण-लहरी उत्पन्न करून व त्यांना एरिअलवर नेऊन दूरदर्शनयंत्राचें कार्य पूर्ण तऱ्हेनें घडवून आणणें आतां शक्य झालें आहे.

कोणतेंहि चित्र जसेंच्या तसेंच दुसऱ्या ठिकाणीं उमटविणें म्हणजे तें पडद्यासारख्या एका पातळीवरच उमटवावें लागतें; व तें निर-निराळ्या रंगभेदांनीं अगर प्रकाश-छायाभेदांनीं बनलेलें असतें. अशा चित्राकडे आपण बारकाईनें पाहिलें असतां आपणांस कळून येतें कीं, हे रंगभेद अगर प्रकाश-छायाभेद त्या चित्राच्या बिंदूबिंदूचे ठिकाणीं निरनिराळे असून त्या सर्वांचें एकवटलेलें स्वरूप म्हणजेच हें चित्र होय. उदाहरणार्थ, आकृतींत डाव्या बाजूस दाखविलेल्या चित्राचे अगदीं अरुंद आडवे आठ भाग पाडून, दर दोन भागांमध्यें सारखें अंतर ठेवून एकाखालीं एक मांडलेले उजवे बाजूचे चित्रांत दाखविले आहेत. त्यांपैकीं



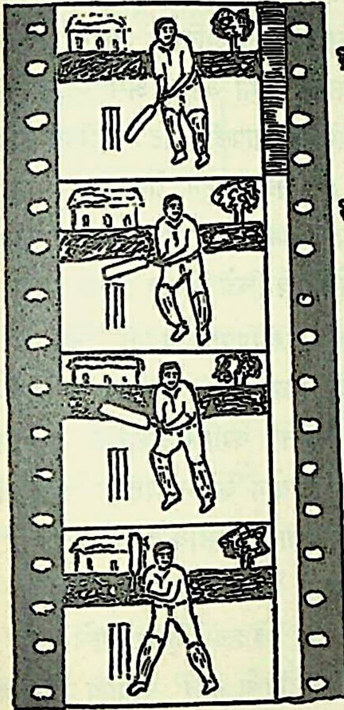


पहिल्या पट्टीचे मध्यावर डोक्याचा वरचा भाग दाखविणारी छाया दिसत असून बाकीचे भागांवर प्रकाश असलेला दिसत आहे. दुसऱ्या पट्टीचें मध्यावर छाया ज्यास्त लांबीची असून डोक्याचा मधला भाग दाखविते. याप्रमाणें दर एक पट्टीवर कोठें प्रकाश तर कोठें छाया एवढेंच दिसून येईल, परंतु याच पट्टया अंतर न ठेवितां एकत्र मांडल्यास मूळचें चित्र जसेंच्या तसें आपणांस दिसून येईल हें उघड आहे. कोणत्याहि ठिकाणच्या चित्रावर प्रकाश पाडला असतां त्याच्या भागाभागांतील प्रकाश-बिंदूंचें छायाभेदांनीं स्पष्ट दाखविलेलें एकवटलेलें स्वरूप दूरच्या ठिकाणीं कोणाच्याहि डोळ्यांपुढें आल्यास त्या चित्राचें त्यास दर्शन होईल. हें कार्य घडून येण्यास ज्या एका गोष्टीची मदत होते ती म्हणजे आपल्या दृष्टीचा स्वाभाविक असणारा '**दर्शन-स्थिरता**' हा धर्म होय.

या दृष्टिधर्माचा प्रत्यय अलात-चक्राचे प्रयोगानें पुष्कळांच्या अनुभवास आलेला आहे. हें अलात चक्र म्हणजे काय तें खालीं दिलेल्या वर्णनावरून समजेल.

एखादी पेटलेली उदबत्ती वर्तुळाकार जलद फिरविली असतां जें अग्निमय चक्र दिसतें त्यास **अलात-चक्र** असें म्हणतात. पेटलेल्या उदबत्तीचे टोंकावरच तेवढा बिंदुमय अग्नि आहे हें आपणांस माहीत आहे. उदबत्ती जोरानें फिरवीत असतां हा अग्निमय बिंदु एका जागेपासून पुढें निघून गेला असतांहि त्यानें आक्रमिलेला पूर्वींचा मार्ग आपल्या डोळ्यांत कांहीं वेळ प्रकाशरूपानें टिकून राहतो, व त्यामुळें सर्वच मार्ग अग्निमय चक्राचे रूपानें आपणांस दिसतो. मात्र

अशा वेळीं उदबत्ती इतक्या जलद फिरवावी लागते कीं, तिच्या अग्निमय टोंकाचा फेरा एका सेकंदाच्या १० व्या हिश्शापेक्षां कमी कालांत पुरा व्हावा लागतो; कारण प्रकाश डोळ्यांपुढून निघून गेल्यावर त्याची मागें टिकून राहण्याच्या कालाची मर्यादा १/१० सेकंदापेक्षां जास्त नसते.



(आकृति नं. ११९)

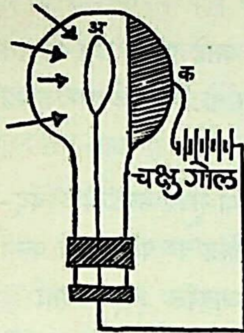
आपल्या दृष्टीच्या या धर्माचा फायदा घेऊन सिनेमाची कला पूर्णतेला आली आहे. कारण तेथें पडद्यावर दिसणारें चित्र हें एकच नसून तें पुष्कळ चित्रांचें बनलेलें असतें. हीं चित्रें एका सेकंदांत एकामागून एक अशीं दहाबारापासून पंचवीसतीसपावेतों पडद्यावर सारखीं पडत असतात, व तीं पडद्यावर येत असतां प्रत्येक चित्रानंतर थोडा वेळ म्हणजे सेकंदाच्या १/८० अंशापावेतों पुरा काळोख पडत असतो, व हा असा पडलेला काळोख प्रेक्षकांच्या नजरेस येत नाहीं. याचें कारण वर वर्णन केलेला

आपल्या दृष्टीचा धर्म हेंच होय, व त्यामुळेंच चालू असणारा एकच देखावा त्यांतील हालचालींसह पडद्यावर प्रेक्षकांना दिसत असतो. देखाव्यांतील बारीकसारीक हालचाली स्पष्ट दिसाव्या म्हणून छायाचित्रें (फोटोग्राफ) घेतांना एका सेकंदांत १०-१२ ते २५-३० चित्रें घेऊन सिनेमांतील चित्रपट बनविलेला असतो. (आ० ११९ पहा.) या आकृतींत १ फूट लांबीच्या फिल्मवरील १५-१६ चित्रांपैकीं चारचार आड टाकून एक अशीं चार चित्रें दाखविलीं आहेत. त्यांत चेंडू मारण्याकरितां बॅट उभारून एकजण उभा आहे, असें दाखविलें आहे. त्यानें चेंडू जोरानें मारण्याकरितां आपली बॅट जमिनीजवळ आणली आहे, येवढीच हालचाल १६ चित्रें मिळून प्रेक्षकांस पाहावयास मिळते. दर एक चित्रांतील पार्श्वभाग तोच आहे. बॅट धरलेल्या हातांची हालचाल तेवढी होत आहे असें, सर्व चित्रें मिळून दिसत असतें.

दूरदर्शनयंत्राचें कार्य अधिक सुकर करण्याचे कामीं 'चक्षुगोल' या साधनाचा उपयोग अलीकडे होऊं लागला आहे. प्रकाशाच्या कमी-अधिकपणामुळें विद्युत्प्रवाहाच्या शक्तींत कमीअधिकपणा उत्पन्न करणें हें जसें 'सिलेनिअम' धातूचा उपयोग करून घडवून आणतां येतें, तसेंच कार्य या चक्षुगोलाच्या साधनानें अलीकडे होत आहे. हा 'चक्षुगोल' कसा बनविलेला असतो हें खालीं दिलेलें आहे.

'चक्षुगोल' हा मागें वर्णन केलेल्या द्विदल गोलाप्रमाणें (पृ. १५८ पहा) एका काचेच्या निर्वात गोलामध्यें दोन अवयव घालून केलेला असतो. द्विदल गोलांत असणाऱ्या पत्र्याऐवजीं **चक्षुगोलांत** एक धातुमय 'अ' कडें उभें केलेलें असतें. (आ० १२० पहा) त्याचा संबंध

पकडीच्या बुडाकडील एका पायाशीं आणून त्यास विजेरीच्या धनाग्राशीं जोडतां येतें. त्यामुळें हें कडें धनाग्र (Anode) बनतें. द्विदल



(आकृति नं. १२०)

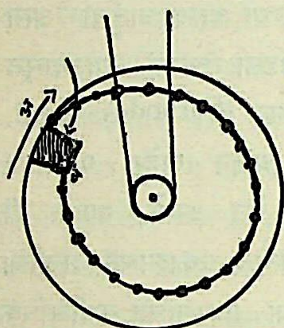
गोलांतील तंतुवलयाचे (Filament) जागीं चक्षुगोलांत एक चांदीचा पातळ पत्रा कड्याचे समोर गोलाचे आंतले बाजूस (क) बसविलेला असतो. त्याचा संबंध विजेरीच्या ऋणाग्राशीं जोडतां येतो व त्या पत्र्याच्या आंतल्या बाजूवर केशिअम, सोडिअम, पोटॅशिअम यांपैकीं एखाद्या 'आल्क' धातूंच्या (ऑक्साइडचा) भस्माचा लेप केलेला असतो. या आल्क धातूंचा असा एक गुण आहे कीं, त्यांजवर प्रकाश पाडला असतां त्यांजपासून वीजक बाहेर पडतात व त्यामुळें पत्रा ऋणाग्र (Cathode) बनतो. रासायनिक लेपावर प्रकाश पाडल्यामुळें त्यांतून बाहेर पडणाऱ्या वीजकांना तें कडें आपल्या बाजूस खेचून घेत असतें, यामुळें ही एक सरणीच बनत असते. अशा सरणींतील प्रकाशाच्या शक्तीचा कमीअधिकपणा हा चक्षुगोलावर पाडलेल्या प्रकाशाच्या कमीअधिक तीव्रतेवर अवलंबून असतो, व यामुळें चक्षुगोलाचा उपयोग प्रकाशाचें रूपांतर विद्युत्प्रवाहांत करण्याकडे होतो. रासायनिक लेपावर जोंपावेतों प्रकाश पडत असतो तोंपावेतोंच ही सरणी चालू राहते. प्रकाश नसेल तर सरणींतून प्रवाह वाहत नाहीं. अशा होणाऱ्या प्रवाहांतील विद्युत्-शक्ति एखाद्या वर्धक गोलाच्या मदतीनें वाढवून

तिचा संबंध प्रेषणस्थळीं उत्पन्न केलेल्या प्रारणलहरींशीं आल्यावर त्या वाढलेल्या विद्युत्-शक्तीला वाटेल तिकडे प्रारणलहरींबरोबर वाहावयास लावितां येतें.

'चक्षुगोला'चा आणखी एक प्रकार असा आहे कीं, त्या गोलांत निऑनसारखा एखादा शाश्वत वायु भरलेला असतो. त्यामुळें प्रकाशाला विजेचें स्वरूप अधिक जोरानें येतें.

प्रकाश-वेंचक चक्रः—कोणत्याहि चित्राच्या सूक्ष्म भागांतील बिंदू-बिंदूचें छायाचित्र पडद्यावर अगर 'प्रकाशचक्षुगोला'वर पाडण्याचें काम प्रकाश-वेंचक चक्राच्या योगानें होत असतें. (आकृति १२१ पहा.)

आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें हें चक्र सुमारें २-२॥ फूट व्यासाचें तकटवजा असून त्याचे एका सेकंदांत पुष्कळ फेरे होतील अशा एका आंसावर त्यास बसविण्याची योजना केलेली असते. चक्राच्या परिघाचे सारखे २४ भाग करून त्या भागाच्या सारख्या अंतरावर बारीक छिद्रें पाडलेलीं असतात. त्यांपैकीं पहिलें छिद्र परिघापासून थोड्या अंतरावर पाडलेलें असून त्याच्या पुढील छिद्रें परिघापासून थोड्या थोड्या जास्त अंतरावर पाडलेलीं असतात; व अशा तऱ्हेनें शेवटचें २४ वें छिद्र पहिल्या छिद्राचे खालीं थोडें डावे बाजूस परिघापासून सुमारें २ इंच दूर येईल असें पाडलेलें असतें. यासच आम्हीं प्रकाशवेंचक चक्र



(आकृति नं. १२१)

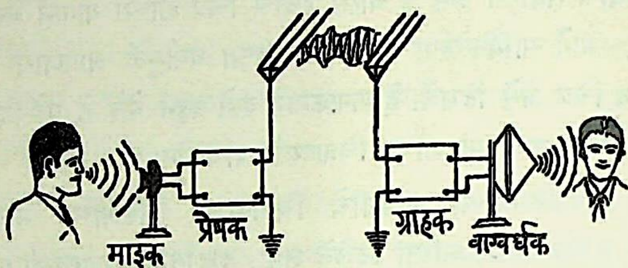
अथवा प्रकाश-विभाजक असें म्हटलें आहे. कारण पडद्यावर काढलेल्या चित्राचा प्रकाशित भाग बिंदूबिंदूनें छिद्रांतून वेंचून घेऊन पडद्यावर त्याचें संघटित असें ४ चौरस इंचांचें चित्र ह्याच्या योगानें बनवितां येतें. मागें सांगितलेल्या आपल्या दृष्टीच्या धर्मामुळें आपणास सबंध एकच चित्र असें दिसतें. हें क्रमाक्रमानें कसें घडून येतें हें पुढें दिलेल्या दूरदर्शन-यंत्राच्या मांडणीच्या चित्रावरून वाचकांना स्पष्ट होणार आहे.

दूरदर्शनयंत्राच्या मांडणीचे चित्राबरोबर रेडिओच्या मांडणीचें चित्र तुलना करण्याकरितां दिलेलें आहे. दोहोंतहि प्रेषणस्थळीं प्रारण-लहरींना उत्पन्न करून विवक्षित प्रकारच्या विद्युत्प्रवाहांना त्यांच्यांत मिसळल्यावर त्या प्रेषित केल्या जातात, व ग्रहणस्थळीं असणाऱ्या एरिअलवर जाऊन पोहोंचतात; मात्र दोहींतील प्रेषक व ग्राहक निरनिराळ्या रचनेचे असतात. रेडिओंतील ग्राहक व प्रेषक कसे असतात हें वाचकांस माहीत झालें आहेच.

दूरदर्शन यंत्रांतील प्रेषक व ग्राहक कसे बनविलेले असतात, हें आतां आपण पाहूं.

मांडणीचे चित्रांत डावे बाजूस देखाव्याचे जागीं एका स्त्रीचा चेहरा दाखविला आहे. त्या देखाव्यावर "**प्रकाशका**"नें मोठ्या दीप्तीचा प्रकाश पाडून त्याच्या परावृत्त किरणांचा "अ" या प्रकाश-गोलाच्या (Lens) मदतीनें एक तेजोमय झोत बनवितां येतो; व त्यास 'च' या अति वेगानें फिरणाऱ्या "**प्रकाश-विभाजक**" **चक्राच्या** छिद्रांतून घालवून '**गोल**' या '**चक्षुगोला**'वर तो नेमका पडेल अशी तजवीज केलेली आहे. छिद्रांतून बाहेर पडणाऱ्या

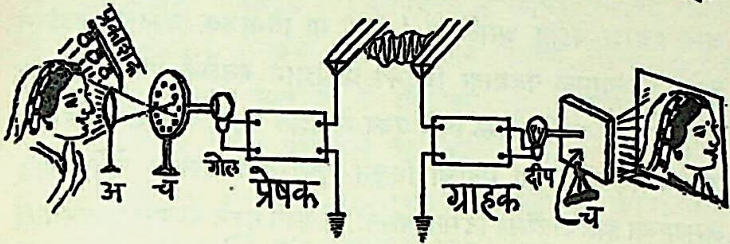
प्रकाशाची एक किरणशलाका बनते. किरणशलाका चक्षुगोलांत शिरल्यावर त्यांत असणाऱ्या (चक्षुगोलाची आकृति पहा) धातुमय



(रेडिओची मांडणी)

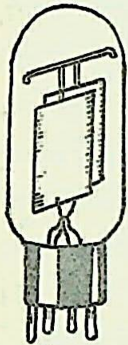
कड्यांतून पार जाऊन कॅथोडच्या आंतल्या बाजूवर असणाऱ्या रासायनिक द्रव्याच्या लेपास प्रकाशित करते. शलाकेच्या प्रकाशाचे दीप्तींत सेकंदाच्या दर सहस्रांशाच्या अवधींत फेरफार होत असतो व त्या लेपावर पडत असलेल्या कमीअधिक दीप्तीच्या प्रकाशानुसार त्यांतील रासायनिक द्रव्यापासून वीजक कमीअधिक संख्येनें बाहेर पडून कड्याकडे आकर्षिले जातात. अशा वीजकांचा कमीअधिक होणाऱ्या विद्युत्-शक्तीचा प्रवाह सरणींत वाहत असतो. जेव्हां कॅथोडवर शलाकेचा प्रकाश पडत नाहीं तेव्हां वीजक मुळींच बाहेर पडत नाहींत व त्या वेळीं कोणत्याहि प्रकारच्या प्रवाहाची सरणी बनत नाहीं. वीजक कड्याकडून आकर्षिले गेल्यामुळें उत्पन्न होणारा प्रवाह प्रारणलहरींशीं मिसळून व त्यांना आपलें वाहन करून त्यांचे बरोबर ग्रहण स्थळाच्या एरिअलवर जाऊन पोहोंचतो, व तेथें असलेल्या ग्राहकांतील एक किंवा अधिक विद्युतगोलांच्या मधून त्यास जावें लागल्यानें त्याच्या शक्तीचें

तेथें वर्धन होतें. तेथें ठेवलेल्या '**निऑन**' दिव्यांत त्याचा प्रवेश करविल्यामुळें तो दिवा कमीअधिक दीप्तीच्या प्रकाशास बाहेर



(टेलेव्हिजनची मांडणी)

पाडतो. या दिव्याचें वर्णन खालीं दिलें आहे. एका काचेच्या लांबट निर्वात गोलांत (आकृति १२२ मध्यें दाखविल्याप्रमाणें) दोन पत्रे समोरासमोर अगदीं थोड्या अंतरावर निरोधकावर उभे केलेले असून त्यांना बैठकीच्या बाहेरील पायाचेमार्फत विजेरीचें ऋणाग्र व धनाग्र जोडलेलें असतें. हा गोल निर्वात केल्यावरच निऑन नांवाच्या शाश्वत वायूनें भरलेला असतो. सरणींतील प्रवाह चालू केला असतां पत्र्याच्या सभोंवार असणाऱ्या निऑन वायूच्या अणू-अणूशीं, वीजक वेगानें जाऊन मिसळल्यामुळें ते आयॉन बनतात व असें होत असतां त्यांतून गुलाबी प्रकाश बाहेर पडूं लागतो. प्रकाशाचा रंग गोलांत भरलेल्या वायूच्या रासायनिक घटनेवर अवलंबून असतो. रात्रींच्या वेळीं अशा प्रकाशानें पडद्यावर पाडलेल्या जाहिराती वाचकांनीं पाहिल्याच असतील. दिवा चालू करण्याकरितां त्यांत वाहावयास लाविलेल्या



निऑन दीप
(आ० १२२)

विद्युत्सरणींतील ऊर्जामध्यें जसजसा फरक होत जातो, तसतसा दिव्या-पासून निघणाऱ्या प्रकाशाच्या दीप्तींतहि तत्क्षणींच फरक होत जातो. असा प्रकाश पेटींत असलेल्या ' च ' या विभाजक चक्राचे छिद्रांतून बाहेर पडल्यामुळें पडद्यावर बिंदुमय प्रकाशानें बनलेलें चित्र प्रेक्षकांस दिसूं लागतें. अशीं पुष्कळ चित्रें एका सेकंदांत पडद्यावर एकामागून एक पडूनच प्रेक्षकांना त्या सर्वांचा मिळून एकवटलेला देखावा तेथें चालू असणाऱ्या हालचालींसह दिसत असतो. हें कार्य घडून येण्यास प्रेषणस्थळीं उत्पन्न होणाऱ्या प्रारणलहरी नेहमींच्या ऱ्हस्व प्रारणलहरींच्या शतांशा-इतक्या तरंगायामाच्या म्हणजे सुमारें ७।८ ते १५।२० इंच तरंगायामाच्या अशा असाव्या लागतात; व त्या उत्पन्न करण्याकरितां मुद्दाम बनविलेल्या विद्युन्निर्वात गोलांच्या दोलनीयंत्राचा (ऑसिलेटर) उपयोग करावा लागतो.

वरील वर्णनावरून वाचकांना कळून आलेंच असेल कीं, रेडिओ ज्या तत्त्वावर बनविलेला आहे, त्याच तत्त्वाचा उपयोग दूरदर्शन-यंत्रामध्यें केलेला आहे. प्रेषणस्थळीं जशा ध्वनिलहरी मायक्रोफोनमध्यें शिरल्यावर विद्युत्प्रवाहाचें स्वरूप घेतात, तसें येथें देखाव्यापासून निघालेलीं प्रकाश-किरणें ' चक्षुगोला 'मुळें विद्युत्प्रवाहाचें स्वरूप घेतात, व प्रारणलहरींबरोबर ग्रहणस्थळीं तो प्रवाह येतो. तेथें आल्यावर कांहीं वर्धक गोलांच्या साह्यानें वर्धन पावून तो ' निऑन ' दिव्याला कमीअधिक दीप्तीचा प्रकाश देण्यास समर्थ करितो. अशा प्रकाशास ' प्रकाश-विभाजक' चक्राचे दरेक छिद्रांतून जावें लागल्यानें तो कोट्यवधि प्रकाशबिंदूंच्या रूपानें पडद्यावर पडतो, व असें झाल्यानें प्रेक्षकांस त्यांचेसमोर असलेल्या पडद्यावर प्रेषणस्थळीं चालू असलेल्या गोष्टींचा जशाचा तसा देखावा प्रत्यक्ष स्वरूपांत पाहावयास मिळतो.

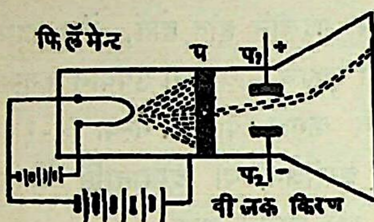
वर सांगितल्याप्रमाणें दूरदर्शनयंत्राकडून जें कार्य, विभाजकचक्र, चक्षुगोल आणि निऑनदीप यांच्या मदतीनें होत होतें, तेंच कार्य 'वीजक किरण' (कॅथोड रे) या एकाच साधनाचा उपयोग करून घडवून आणणें व तत्संबंधीं प्रयोग करून पाहणें गेल्या ८-१० वर्षांत चालू असून, फार्न्सवर्थ व झारीअन या दोघांनाहि अशा प्रयत्नांत स्वतंत्र रीतीनें पुष्कळसें यश आलेलें आहे.

अमेरिकेपेक्षां इंग्लंडमध्यें या वीजककिरणासंबंधींचे प्रयोग जास्त केले गेले असल्यामुळें दूरदर्शनयंत्राचें प्रत्यक्ष कार्य होत असलेलें प्रथमतः तेथल्याच लोकांच्या अनुभवास येऊं लागलें. या वीजक-किरणाचा दूरदर्शनयंत्राचे कामीं ज्या तत्त्वावर उपयोग केला जातो त्या तत्त्वाची माहिती वाचकांना असणें जरूर आहे. ती माहिती खालीं दिली आहे.

वीजककिरण ज्यास म्हटलें आहे तो निर्वात केलेल्या कांचेच्या आडव्या भांड्यांत त्याच्या अरुंद तोंडाकडून बुडाकडे अति वेगानें वाहणाऱ्या वीजकांचा एकवटलेला प्रवाहच असतो. हा प्रवाह दृश्य नसतो, म्हणजे स्वतः प्रकाश देणारा नसतो. परंतु भांड्याच्या बुडाच्या आंतील बाजूवर एक प्रकारच्या रासायनिक द्रव्याचा लेप दिलेला असतो, त्यावर त्या प्रवाहांतील वीजक जाऊन आदळल्यावर त्या द्रव्यास ते प्रकाश देणारे बनवितात. या वीजककिरणयंत्राची रचना पुढीलप्रमाणें असते.

अरुंद तोंडाचें व १॥, २ फूट व्यासाच्या चपट्या बुडाचें, दोन-तीन फूट लांबीचें काचेचें आडवें भांडें असून (आकृती नं. १२३

पहा) त्याचे डावे बाजूकडील अरुंद तोंडाशीं विद्युत्-निर्वात गोलांत असणाऱ्या पकडींतील फिलॅमेंटसारखें एक फिलॅमेंट आडवें बसविलेलें आहे. (आकृतींत पकड दाखविली नाहीं.) फिलॅमेंटचीं पकडीबाहेरील दोन्ही टोंकें विजेरीशीं जोडतां येतील अशी तजवीज केलेली असते.

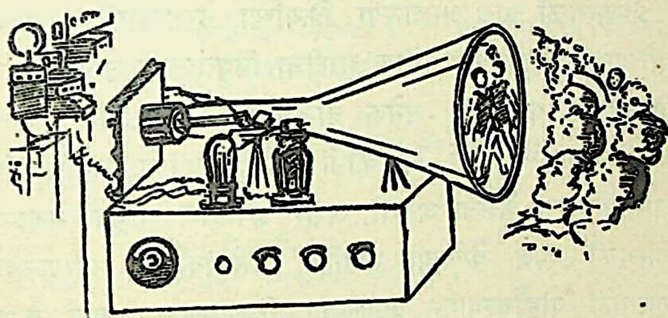


(आ. १२३)

फिलॅमेंटपासून थोड्या अंतरावर 'प' हा पत्रा उभा केलेला आहे व त्या पत्र्याच्या मध्यावर एक बारीक छिद्र पाडलेलें आहे. तो पत्रा मोठ्या ऊर्जाच्या 'बी' विजेरीच्या धनाग्राशीं जोडतां येतो. तसेंच प१ व प२ (आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें) असे आणखी दोन पत्रे चंबूच्या आंतल्या दोन्ही बाजूंनीं समोरासमोर थोड्या अंतरावर आडवे बसविलेले असतात. या पत्र्यांच्या लंब पातळीमध्यें सामर्थ्यवान् चुंबकाचीं ध्रुवें बसविलेलीं असतात (हीं ध्रुवें आकृतींत दाखविलेलीं नाहींत). चंबूच्या बुडाचे आंतील बाजूवर झिंक-सिलीकेटसारख्या द्रव्याचा लेप दिलेला असतो; नंतर हा चंबू (लांबट कांचेचें भांडें) निर्वात करून त्याचें तोंड सीलबंद केलेलें असतें. फिलॅमेंटमधून विजेरीचा प्रवाह वाहावयास लाविल्यामुळें तें तापूं लागतें व त्यापासून वेगानें वीजक बाहेर पडतात. फिलॅमेंटसमोर असणारा 'प' हा पत्रा मोठ्या ऊर्जाच्या विजेरीच्या धनाग्राशीं जोडलेला असल्यामुळें फिलॅमेंटपासून वीजकांना आपल्याकडे आकर्षण

करून घेतो. परंतु पत्र्याच्या मध्यावर असणाऱ्या वारीक छिद्रांतून त्यांपैकीं कांहीं वीजकांना सुटा मार्ग मिळाल्यामुळें ते वेगानें बाहेर पडतात व त्यांची एकवटलेली रांग बनून ते बुडाकडे मोठ्या वेगानें जाऊन त्यावर आदळतात; अशा या वीजकांच्या प्रवाहास वीजक-किरण (कॅथोड रे) अथवा वीजककिरणशलाका म्हणतां येईल. कारण बुडावर असणाऱ्या रासायनिक द्रव्याशीं जेथें जेथें वीजक-किरणांतील वीजकांचा स्पर्श होईल तेथील द्रव्यास ते तात्काळ प्रकाशमय बनवितात; ही शलाका बुडाच्या मध्यावर राहावी म्हणून तिच्या दोन्ही बाजूंला समोरासमोर वर सांगितल्याप्रमाणें सामर्थ्यवान् चुंबकाचीं ध्रुवें ठेवून चुंबकक्षेत्र उत्पन्न केलेलें असतें.

चुंबकक्षेत्राच्या लंब पातळींत असणारे प१ व प२ हे पत्रे आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें बसविलेले असतात. आपले येथील एरिअलवर प्रारणलहरींबरोबर येणाऱ्या वीजरूपी (सिग्नलिंग कॉज)



(आकृति नं. १२४)

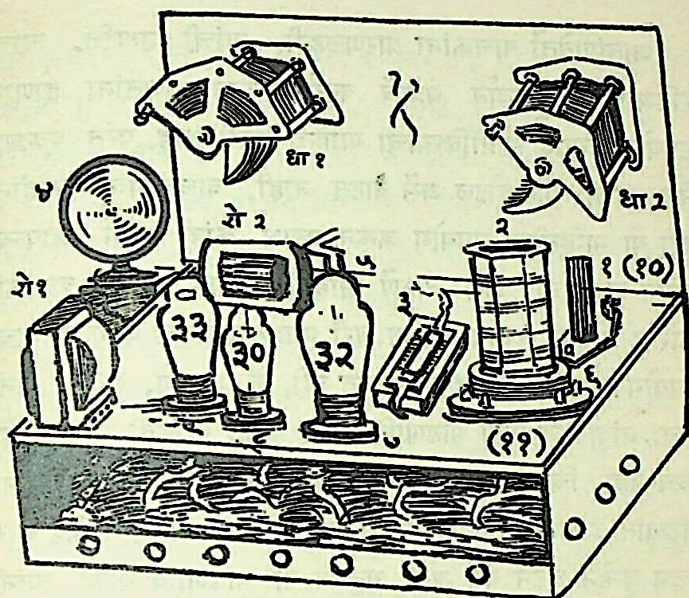
ये जा स्वरूपाच्या प्रवाहाचें वर्धकगोलाच्या मदतीनें वर्धन करून

या पत्र्यांशीं त्यास जोडतां येईल अशी तजवीज केलेली असते व त्यामुळें त्या पत्र्यावर एकदां ऋणाधिक्य व एकदां धनाधिक्य होऊं लागत असतां ते पत्रे या किरणशलाकेस आपलेकडे ओढून धरतात अगर दूर सारतात व त्यामुळें तो वीजककिरण भांड्याच्या बुडावरील द्रव्यावर आडवीं उभीं आंदोलनें करीत करीत आदळत असतो. असें झालें असतां शलाकारूपी प्रवाहांतील वीजक बुडावरील द्रव्यावर जेथें जेथें जाऊन आदळतात, तेथें तेथें ते त्या द्रव्यास प्रकाशमय बनवितात व त्या प्रकाशाची दीप्ति एरिअलवरून येणाऱ्या विद्युत्प्रवाहाच्या कमीअधिक शक्तीप्रमाणें कमीअधिक होत असते. म्हणून बुडाकडे समोरून पाहणाऱ्यास तें वूड कांचेचें असल्यामुळें बुडाच्या बाहेरील बाजूवर प्रकाशबिंदूंनीं बनणारे प्रेषणस्थळीं घडून येत असलेल्या देखाव्याचें चित्र क्षणोक्षणीं बदलणाऱ्या त्यांतील सर्व हालचालींसह दिसूं लागतें. (आ. १२४ पहा.)

प्रेषणस्थळीं चालू असणाऱ्या क्रियांच्या देखाव्यांतील प्रकाश-दीप्तीच्या प्रमाणांत कमीअधिक शक्तीचा विद्युत्प्रवाह उत्पन्न करणें हेंहि अशाच प्रकारच्या अनेक वीजककिरणांचा उपयोग करून घडवून आणलेलें असतें. त्या कामीं वीजककिरणांचा उपयोग वरील तत्त्वास धरूनच केलेला असतो. अशा प्रवाहास वाहून नेणाऱ्या प्रेषणस्थळीं उत्पन्न केलेल्या विवक्षित लहऱ्यंतराच्या प्रारणलहरी ग्रहणस्थळीं पोहोंचल्यावर आपल्या एरिअलकडून ग्रहण केल्या जाऊन मूळचा देखावा आपणांस वीजकशलाकायंत्राच्या कांचेच्या भांड्याच्या बुडावर उमटलेला दिसूं लागतो.

---

२३. ग्राहक बनविणें



(आकृति नं. १२५)

R. C. A.; ३२ स्क्रीनग्रिड; (डिटेक्टर); ३० साधा व्हॉल्व्ह डिटेक्टर.
३३ शक्तिवर्धक. धा. १ धारणी (कंडेन्सर).

१ वंधनी　　　२ ,,　　　,,

२ वेटोळीं L_1 व L_2 Coils ६, बैठकांवर बसविलेलीं.

३ ग्रिड् कंडेन्सर व निरोधन.

४ वाग्वर्धक (लाउड स्पीकर).

रो १ रो २ रोहित्र (ट्रॅन्सफॉर्मर).

६ वंधनी चोक, रोहित्र, ट्रॅन्सफॉर्मर, तारा वगैरे.

७-८-९ पेटंट व्हॉल्व्हच्या बैठकी सॉकेट्स्.

१० उभा ब्रॅकोलाइटचा तक्ता. याजवर कंडेन्सर बसविलेल्या तक्त्याच्या बाहेरचे बाजूंस पाकळ्या फिरविणारें नॉट.

११ व्हॉल्व्ह इत्यादि मांडण्याकरितां आडवा लाकडी तक्ता.

आतांपावेतों वाचकांना प्रारणलहरी, त्यांची उत्पत्ति, त्यांचा रेडिओचें व दूरदर्शन यंत्राचें कार्य घडवून आणतांना होणारा उपयोग इत्यादि गोष्टींविषयींची माहिती दिली आहे. परंतु एवढ्या-नेंच त्यांची तृप्ति होईल असें वाटत नाहीं. वाचकांपैकीं कांहींना तरी या माहितीचा उपयोग करून प्रत्यक्ष कांहीं कार्य आपल्या हातून घडून यावें असें वाटणें साहजिक आहे. अशा वाचकां-करितां थोड्या खर्चांत घरच्या घरीं ग्राहक बनवितां यावा व त्याचा उपयोग करतां यावा म्हणून श्रीयुत व्ही. के. अगाशे, B.SC., यांनीं स्वतः बांधलेल्या एका मांडणीविषयींची पुढील माहिती दिली आहे. चित्र पहा. चित्राखालीं दिलेल्या साधनांची जमवाजमव करून, मांडणींत दाखविल्याप्रमाणें त्यांची बांधणी केली असतां उद्दिष्ट कार्य उत्तम तऱ्हेनें घडून येतें असा अनुभव या मांडणीविषयींचा त्यांनीं घेतलेला आहे. मांडणीचा नकाशा व त्याला लागणाऱ्या साधनांचीं नांवें पुढें दिलीं आहेत. (मांडणीचा नकाशा पान २१६ वर पहा.)

या ग्राहकाचा वाटेल त्या ठिकाणीं उपयोग करतां यावा म्हणून विजेरीच्या प्रवाहानें तो चालवितां येईल अशी त्यांत योजना केली आहे. पण वीज पुरविणाऱ्या कंपनीच्या प्रवाहाचा उपयोग करणें झाल्यास त्या प्रवाहास एलिमिनेटरच्या साह्यानें विवक्षित ऊर्जाचा बनवून त्याचा उपयोग करतां येतो. (परिशिष्ट १ पहा.) या मांडणींत तीन विद्युतनिर्वातगोलांचा (व्हॉल्व) उपयोग केला आहे. पैकीं R. C. A. (रेडिओ कॉर्पोरेशन ऑफ अमेरिका) नंबर ३२ (स्क्रीन ग्रिड) हा सूचक गोलाचें काम करणारा असून शिवाय

प्रारणलहरींचें वर्धन करणारा आहे व नंबर ३३ हा पांच अवयवांचा असून तो शक्तिवर्धक गोल आहे. (नकाशांत हा गोल साधाच दाखविला आहे.) तसेंच या मांडणींत दाखविलेल्या L१ व L२ या वेटोळ्यांच्या निरनिराळ्या तीन जोड्या कमीअधिक गेजच्या (DCC ३२ व २४) तारेच्या कमीअधिक वेढ्यांनीं बनवितां येतात व त्यांपैकीं एकेका जोडीचा उपयोग करून दीर्घ, मध्यम व ऱ्हस्व लहर्‍यन्तरांच्या लहरींना ग्रहण करणारा हा ग्राहक बनवितां येतो. मात्र त्यांस तें तें कार्य घडवून आणणाऱ्या जोडीचाच उपयोग करावा लागतो. हीं वेटोळीं कोणत्या मापांचीं बनवावीं लागतात, हें व त्याचप्रमाणें त्यांत वापरलेल्या निरनिराळ्या धारणींचीं मापें व निरोधनांचीं मापें पुढील कोष्टकांत दिलीं आहेत. (मांडणीचा नकाशा पहा.) तसेंच व्हॉल्वमधील पत्र्यास, जाळीच्या पत्र्यास (Screen grid), फिलॅमेंटला व गाळणीस किती किती व्होल्ट ऊर्जाच्या प्रवाहाशीं जोडावें लागतें याचाहि खुलासा कोष्टकांत केला आहे. त्याचप्रमाणें मांडणींतील नंबर ३२ ची ३० च्या गोलाशीं जोडणी व ३० ची ३३ च्या गोलाशीं जोडणी रोहित्र१ व रोहित्र२ यांच्या योगानें घडवून आणली आहे.

(a) L१ व L२ वेटोळ्यांतील वेढे

लहर्‍यंतर		तारेचें गेज		वेढ्यांची संख्या L१	वेढ्यांची संख्या L२
२०० ते ४०० मीटर	....	३२	....	३०	५०
६० ते २०० ,,	....	२४	....	१४	२०
१९ ते ६० ,,	....	२४	....	८	१२

मांडणीचा नकाशा

(आकृति नं. १२६)

(b) मांडणींतील धारणी व विरोधनाचीं मापें

				मायक्रो फॅरेड
चल	धारणी	१	....	·०००५
,,	,,	२	....	·०००५
अचल	,,	३	....	·०००३
,,	,,	४	....	२
,,	,,	५	....	·०००३
,,	,,	६	....	·००१

गोलांतील ऊर्जाचीं मापें

			पत्रा	ग्रीड	फिलॅमेंट	ग्रिड
R.C.A.	३२	....	B + ७०	+ ५०	A + २	
,,	३०	....	B + ११०		,,	,, C-४·५
,,	३३	....	B + १३५	+ १३५	,,	,, C-१८

नि हें निरोधन २ मेगोमचें

परिशिष्ट १ लें

कंपनीपासून मिळणाऱ्या ये जा प्रवाहास सरळ प्रवाहाचें स्वरूप देऊन ज्या ऊर्जाचा तो होत असेल त्यापेक्षां कमी ऊर्जाचा तो बनविणें झाल्यास त्यास कांहीं विवक्षित ओहमच्या निरोधनांतून घालवून आपल्यास पाहिजे त्या ऊर्जाची सरणी बनवितां येते. (पृष्ठ १७९ आ. १०३ पहा.) तेथें मूळच्या १८० ऊर्जाच्या प्रवाहास एकापुढें एक अशीं विवक्षित निरोधनें सरणींत घालवून १२०, ९० अथवा ६० अशा, पाहिजे त्या ऊर्जाच्या सरण्या बनवितां येतात, असें दाखविलें आहे.

परिशिष्ट २ रें

धारणीचें माप काढण्याची रीती:—जिच्या पाकळ्यांमध्यें नुसत्या हवेचा पडदा आहे अशा चल धारणीचें माप काढण्याची रीति खालीं दिली आहे.

$$C = \frac{\frac{88}{10000} \times K\,A\,X\,(n-1)}{K\,D}$$

A = एका पाकळीची एक चौरस बाजू (Sq. cm.)

n = पाकळ्यांची संख्या.

D = निरोधकांची जाडी. (cm.)

K = निरोधकद्रव्याची (डायलेक्ट्रिक) धारणमर्यादा.

धारणीचे पाकळ्यांमध्यें हवेचे जागीं जर कागदाचा पडदा असेल तर हें माप दीडपट, तेल असेल तर दुप्पट, मेणकापडाचा पडदा

असेल तर तिप्पट, अभ्रक असेल तर पांच पट व कांच असेल तर सात-आठ पट होईल.

धारणी जेव्हां चल असते तेव्हां दर दोन पाकळ्यांमध्यें एक हलणारी पाकळी शिरत असते. त्यामुळें निरोधकांच्या पडद्यांची संख्या दुप्पट होते व त्याची जाडी तृतीयांश होते; त्यामुळें A या चौरस सेंटिमीटर मापामध्यें फरक होऊन धारणीचें माप कमी-अधिक करितां येतें.

वेटोळ्याचें माप काढण्याची रीतिः—कोणत्याहि वेटोळ्याचें माप काढणें झाल्यास तें पुढीलप्रमाणें काढितां येतें.

$$L = \frac{\frac{१}{९} \times अ^{२} \times व^{२}}{३अ + ९ल + १०ज}$$

अ = वेटोळ्याचा व्यास (इंचांत)

ल = वेटोळ्याची लांबी (,,)

ज = वेटोळ्याच्या वेढ्यांची जाडी (इंचांत)

व = वेढ्यांची संख्या

हें माप मायक्रोहेन्रीमध्यें येतें.

परिशिष्ट ३ रें

चिन्हांच्या खुणांचे अर्थ

एरिअल पृथ्वी	लंब पातळी- तीव्र वे.	स्फटिक ग्राहक	चल शोधनी
अचल धारणी चल धारणी	बंधनी	वीजा दर्शक	संवादीसरणी
अचल वेटोळे (वलय)	प्रा. दु. रोहित्र	निओन दीप. चक्षुगोल	जनक यंत्र.
चल वेटोळे	द्विदल गोल	कर्णपुट	ग्रिड् लिक्
समांतर वे.	त्रिदल गोल	अ. ब. विजेरी	प्रोत्साहक वे.
एका आसा वरील वे.	स्क्रीन ग्रिड्	चावी	वाग्वर्धक
एका वरील एक वेटोळे	दु. द्विदल	निरोधन	प्रवाह जोडलेले सुटे

सूचि

अ

आ

ई

किरणशलाका–एके ठिकाणीं झालेल्या किरणांचा बनविलेला स॒ठ, ज्याचे योगानें प्रकाशचित्रें काढलीं जातात.

किलो–सहस्त्र. किलोमीटर–एक हजार मीटर.

केन्द्रीभवन–एकत्रीकरण, एकवटणें.

कॅथोड–ऋणाग्र, वीजकांना बाहेर फेंकणारें. वीजकांना आपणाकडे खेचून घेणारें ॲनोड.

ख

खर्ज–थोड्या कंपनांचा सूर. म्हणजे खालच्या सप्तकांतील सूर.

खोळ–१ नळकंड्यासारखा वाकवलेला पत्रा. २ वेष्टण.

ग

गाळणी (ग्रिड)–जाळीच्या पत्र्याची अगर तारेची खोळ १६०. विद्युन्निर्वात गोलांतील तिसरा अवयव.

ग्रहणस्थळ (रिसीव्हिंग स्टेशन)–एरिअलशीं जोडलेला रेडिओ, ज्या ठिकाणीं असतो तें ठिकाण ९.५.

ग्राहक रेडिओ (रिसीव्हर)–प्रारणयंत्र.

ग्रिडबायस–गाळणीवर ऋणाधिक्य ठेवणें.

ग्रिडलिक–गाळणीचे सरणींत गोविलेली धारणी व महानिरोधन यांची जोडणी १७५.

गोल (व्हॉल्व) (टयूब)–विद्युतनिर्वात गोल, विद्युत्गोल इत्यादि शब्द सर्व व्हॉल्वच्या ऐवजीं वापरले आहेत. इंग्रजींत जसा 'टयूब' हा शब्द सर्व प्रकारांच्या व्हॉल्वना लावितात तसा 'गोल' हा शब्द व्हॉल्वच्या सर्व प्रकारांना वापरला आहे. कारण गोल हा शब्द विद्युत निर्वात् गोल या शब्दाचें संक्षिप्त रूप म्हणून वापरला आहे.

घ

घनीकरण–पुष्कळ कण जवळ जवळ अगर दाटीनें एके ठिकाणीं असणें. हवेचे किंवा वीजकाचे कण जमावानें असणें. याचे उलट विरलीकरण म्हणजे थोडेच एकमेकांपासून दूर दूर असणें ९०, ९१.

च

चल–बदलतां येणाऱ्या किंवा निरनिराळ्या मापांचें करितां येणारें साधन. जसें चलधारणी. ५७, ५९.

चक्षुगोल–प्रकाशाच्या कमीअधिक दीप्तीमुळें विद्युत् उत्पन्न करून कमीअधिक शक्तीच्या प्रवाहास वाहावयास लावणारें साधन. पा. २०२.

छायाप्रकाश (शेड अँड लाइट)–चित्रामध्यें दिसून येणारा अप्रकाशित व प्रकाशित भाग.

ज

जनकयंत्र (आल्टरनेटर)–ये जा प्रवाहांना उत्पन्न करणारें यंत्र (जनरेटर).

जोडणी (कप्लिंग)–सांधणारें साधन.

जोडतोड्या (इन्टरप्टर)–प्रवाहास सुरू करणें व लगेच बंद करणें असें वारंवार घडवून आणणारें साधन. ५०, ५३.

ज्योत (स्पार्क)–पा. ५२, ५३. ही एकच नसून पुष्कळ ज्योतींनीं बनलेली असते. आ. ३१, ३२.

झ

झोताचें बिनतारी यंत्र (बीम वायरलेस).

ट

टेलिफोन–९४. दूरध्वनियंत्र.

टयूनिंग–ये जा प्रवाह, एका सेकन्दांत विवक्षित संख्येचीं आंदोलनें करील असें त्यास बनविणें यासच संवादीकरण म्हणतात. १४०.

त

तडिच्यय (स्पार्क)–ज्योत पहा.

तरंग (वेव्ह)–लहर.

तरंगांतर, तरंगायाम (वेव्हलेंग्थ दोन लहरींमधील अंतर) १०३. १०४.

तरंगावृत्ति, तरंगावर्तनसंख्या–आवर्तन संख्या पहा. (फ्रीक्वेन्सी) एका सेकंदांत वाहणाऱ्या तरंगांची संख्या. १०३-११७.

तंतुवलय (फिलॅमेंट)–१६० पानावरील टीप पहा.

द

ध

न

निऑन–दीप–निऑन नामक शाश्वत वायूचे योगानें प्रकाश देणारा विद्युत दीप, २०७.

निनादन (रेझोनन्स)–१ संवादन. २ एकाच कंपनसंख्येचे सूर जुळविणें १४०.

निरोधक (इन्स्युलेटर)–(नॉन-कंडक्टर)–विद्युत्प्रवाहास आपलेमधून मुळींच जाऊ न देणारें साधन. (लाख, रेशीम, कांच वगैरे पदार्थांचें बनविलेलें.)

निरोधन (रेझिस्टन्स)–प्रवाहास अडथळा करणारें पण आपलेमधून त्यास वाहूं देणारें साधन. २. कामाचा बोजा पडल्यामुळें विद्युत्प्रवाहास होणारा अडथळा.

प

पकड–गोलाचे तोंडाशीं बसविलेली गोलांतील अवयवांच्या तारांना धरून ठेवणारी काचेची बैठक, १५९ आ. ९४

परावर्तन–वस्तूवर प्रकाश पडल्यावर त्यापासून परत फिरणारीं प्रकाशकिरणें.

प्रकाशगोल (लेन्स)–प्रकाशाचे किरणांना केंद्रीभूत करणारा काचेचा चपटा गोल.

प्रकाशविभाजक अथवा प्रकाशवेंचक चक्र (स्कॅनिंग व्हील)–बिंदूबिंदूनीं प्रकाश वेंचून घेणारें चक्र. पान २०४ पहा.

प्रारणयंत्र (रेडिओ)–रिसीव्हर, ग्राहकयंत्र, ग्राहक. १३३

प्रारणलहरी (रेडिओ वेव्हज्)–रेडिओच्या उपयोगी पडणाऱ्या वैजिक-कर्षुकलहरी, यासच कॅरीअर–वाहक लहरी म्हटलें आहे. ११४

प्राथमिक (प्रायमरी)–दोन वेटोळ्यांपैकीं ज्याच्यांतून मूळचा प्रवाह वाहतो, तें प्राथमिक वेटोळें. १५२–१५३ दुय्यम वेटोळें पहा.

पुटक (सेल्)–विजेरीचा एक घटक. २९.

पुडः (डायफ्रॅम) तकट पडदा. ८९.

पुंज (न्युक्लिअस्)–ॲटमच्या केंद्रामध्यें बीजकांचा व धानकांचा जमाव. १९

प्रेषणस्थळ (ट्रान्समिटिंग स्टेशन)–यासच उगमस्थळ आम्हीं म्हटलें आहे ११३. येथून प्रारण लहरी प्रेषित केल्या जातात, म्हणजे सर्व दिशांनीं फेकल्या जातात.

प्रेषक (ट्रॅन्समिटर)–लहरींना प्रेषित करणारें यंत्र.

पासून एक सुटीं अशीं बसविलेलीं असतात. प्राथमिक वेटोळ्यांमध्यें सरळ प्रवाह वारंवार सुरू करणें व बंद करणें यांमुळें अगर उत्सेधी अथवा ये-जा प्रवाहास त्यांच्यांत घालविल्यामुळें दुय्यम वेटोळयांत (त्यांत असणाऱ्या कमीअधिक वेढ्यांच्या मानानें) विभावनक्रियेनें कमीअधिक ऊर्जांच्या ये-जा प्रवाहास उत्पन्न करतां येणारें साधन. पा. १५०. पा. ५३. आ. ८७,१५४.

ल

लवभार (ॲटॉमिक वेट)–१७.

लहरी (वेव्हज्)–तरंग.

लहऱ्यंतर–तरंगायाम (वेव्हलेंग्थ).

व

वक्रीभवन (रिफ्रॅक्शन)–एका मध्यमांतून दुसऱ्या मध्यमांत शिरणाऱ्या किरणांत येणारी वक्रता.

वर्धक गोल (ॲम्लिफायर)–विद्युत्‌निर्वात गोलाचा उपयोग करून प्रवाहाचें ऊर्ज वाढविण्याचें साधन. १६८.

वलय–वेटोळें. ६४.

वाग्वर्धक (लाउड स्पीकर)–१६.

वाटाडी(लीड)–एरिअलचे आडव्या तारेपासून रेडिओस येऊन मिळणारी तार.

वाहक लहरी (कॅरिअर वेव्हज्)–प्रारणलहरी. ११४

वाहकता (कंडक्टिव्हिटी)–प्रवाहास वाहूं देण्याचा गुण.

विजेरी (बॅटरी)–सरळ विद्युत्प्रवाहास उत्पन्न करणारें साधन. ही एका पुटकापासून पाहिजे तितक्या पुटकांची बनलेली असते. हीं पुटकें एकापुढें एक (एकाचें ऋणाग्र पुढच्याचे धनाग्रास) जोडिलीं असतात. पाहिजे ते ऊर्ज उत्पन्न करणारी विजेरी बनवितां येते. पा. २९–३०.

विद्युत्कर्षक (इलेक्ट्रो-मॅग्नेटिक वेव्हज्–ज्या लहरी रेडिओच्या उपयोगी पडतात त्यांस आम्हीं ' प्रारण लहरी ' हें नांव दिलें आहे.

विद्युत्शक्तिकण (क्वॉन्टम्)–११७. विद्युत्कर्षक लहरींतील शक्तीचा एक कण, शक्तीचें मूलभूत एकक (Unit).

शुद्धिपत्र व शोध

पृ.	ओ.	च्या ऐवजीं	च्यापुढें	वाचावें
३	१३	स्थळामध्यें		ठिकाणीं
६	२२		साह्यानें	ध्वनिलहरींचें स्वरूप देऊन
८	३	मैलांपावेतों		मैलांची
८	४	अगर		तसेंच
८	५		ह्या सर्व	एकाच जातीच्या म्हणजे वैज़िक कर्षक असतात.
९	१०	दूरध्वनिक यंत्राप्रमाणें प्रेषणस्थळीं		दूरध्वनिक यंत्रांतील ग्राहकाप्रमाणें प्रेषणस्थळाशीं
३१	१२	तिसरा प्रकार		आणखी एक चौथा प्रकार
३३	४	चुंबकाच्या गुणधर्माप्रमाणेंच असतात.		चुंबकांत आणितां येतात.
३४	४	निघत		निघालेल्या
३४	१५	निघत		निघालेल्या
३५	३।४	चुंबकाचे कांबीवर पोलादाच्या कांबीच्या एका टोंकानें एका ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापावेतों		पोलादाच्या कांबीवर चुंबकाच्या ध्रुवानें त्याच्या एका टोंकापासून दुसऱ्या टोंकापावेतों
३५	५	तुकड्याला		कांबीला
३६		शीर्षक ६		५ अ
३९	१	येथेंच		एवढाच
३९	२५	(टीपेंत) दाखवितात		दाखवितें
४४	१४	वर पहा आ. पा. ४७		४७ पानावरील आर्मेचरची आकृति पहा.
४८		शीर्षक		६ अ.
५२	१	पुष्कळ		कांहीं
५२	४	संख्येच्या		ऊर्जाच्या
५२	९	म्हणतां येईल		म्हणतात
५६	४	अणू ताणले		अणुमधील वीजक ओढले

पृ.	ओ.	ज्या ऐवजीं	ज्यापुढें	वाचावें
५६	७	ताणलेल्या		(शब्द खोडणें)
५९	२१	अर्धगोलाकार		वाकदार
९५	२२	लोखंडी		लांकडी
११४	७	यांना उत्पन्न करणाऱ्या लहरी		[हे शब्द खोडावे]
११५	३	उसळ्या घेतघेत		तेथून निघून
११५	१०	थोडया		मोठ्या
११५	१०	एरिअलचे तारांवर		धारणीचे पत्र्यावर
११६	३	बनवावी लागते		आपोआप बनते
११६	आकृति	मॉडयुलेटर		ऑम्प्लिफायर
११६	आकृति	आवर्तक		मॉडयुलेटर
११६	८	मॉडयुलेटर		वर्धक
११७	१०		असतांना	जेव्हां दोन्ही क्षेत्रांचीं एके ठिकाणी गांठ होते तेव्हां
११७	१६	म्हणावें लागेल		म्हणतात.
११८	१	जनक यंत्रा		दोलनी यंत्रा
११८	२	एकदां विद्युत्क्षेत्र		एकाच वेळीं विद्युत्क्षेत्र व
	३	एकदां चुंबकक्षेत्र		चुंबकक्षेत्र
१२८	(४)	मॉडयुलेटर		मॉनीटर
१२८	(४)	प्रेषकयंत्र		मॉडयुलेटर
१२९	१७	ये जा		उत्सेधी
१३५	१०	कोहिरा		कोहिरर
१३६	२	म्हणून		तथापि
१३६	३	सध्रुवता		दिशात्मकता
१३६	३		कामी	पुनः
१३६	३	होतोंचे जागीं		करितां येतो.
१४७	५		वाहणारा	क्षणिक
१४७	६		वेटोळ्यांत	मूळ
१६५	३		पडल्यावर	वर्धक गोलांत वर्धन पावून
१९०	१५	रेडिओकरवीं		वाग्वर्धकाकरवीं

